दुनियाँ का दसवाँ आश्चर्य

अणुशक्ति

कार्लटन पर्ल

नवकेतन पब्लिकेशन्स
नई दिल्ली ।

मूल्य १)

परमाणु क्या है ?

इस संसार में, सूर्य में, तारों में, आप में और मुझ में, सभी जानदार और बिना जानदार वस्तुओं में जो भी कुछ है, वह सब बहुत ही अधिक छोटे-छोटे कणों से बना हुआ है। ये कण, इतने सूक्ष्म हैं कि विश्वास नहीं होता कि कोई वस्तु इतनी सूक्ष्म हो सकती है और ये सदैव गतिशील होते हैं। मनुष्य छोटी से छोटी वस्तु की जो कल्पना कर सकता है, ये कण उससे भी छोटे होते हैं और जो शक्ति इन कणों को बाँधे रहती है उसकी तो कल्पना ही नहीं की जा सकती। हम इस सतत, व्यस्त गति को 'शक्ति' (एनर्जी) कहते हैं। जब यह गति स्थिर हो जाती है, रुक जाती है अथवा निष्क्रिय हो जाती है तब हम उसे पदार्थ कहते हैं।

परमाणु क्या है ?

इस संसार में, सूर्य में, तारों में, आप में और मुझ में, सभी जानदार और बिना जानदार वस्तुओं में जो भी कुछ है, यह सब बहुत ही अधिक छोटे-छोटे कणों से बना हुआ है। ये कण, इतने सूक्ष्म हैं कि विश्वास नहीं होता कि कोई वस्तु इतनी सूक्ष्म हो सकती है और ये सदैव गतिशील होते हैं। मनुष्य छोटी से छोटी वस्तु की जो कल्पना कर सकता है, ये कण उससे भी छोटे होते हैं और जो शक्ति इन कणों को बाँधे रहती है उसकी तो कल्पना ही नहीं की जा सकती। हम इस सतत, व्यस्त गति को 'शक्ति' (एनर्जी) कहते हैं। जब यह गति स्थिर हो जाती है, रुक जाती है अथवा निष्क्रिय हो जाती है तब हम उसे पदार्थ कहते हैं।

हम कई प्रकार की शक्तियों से परिचित हैं, जैसे प्रकाश, उष्णता और विद्युत। यद्यपि ये शक्तियाँ हमें पर्याप्त बलशाली प्रतीत होती हैं किन्तु जो शक्ति इन छोटे-छोटे कणों को बाँधे हुए है, उसकी तुलना में ये शक्तियाँ कुछ भी नहीं हैं।

परमाणु इन्हीं सूक्ष्म कणों का समूह है। इन कणों को न्यूट्रोन, प्रोटोन और एलेक्ट्रोन कहते हैं। न्यूट्रोन और प्रोटोन परमाणु के केन्द्र हैं और एलेक्ट्रोन जो कि हलके होते हैं, परमाणु के बाहरी किनारे पर घूमते रहते हैं। एलेक्ट्रोन को छोड़कर और सभी कण इस तरह एक दूसरे के साथ मजबूती से गुँथे रहते हैं कि बहुत ही भारी मशीन, बहुत अधिक विद्युत शक्ति के द्वारा उन्हें अलग-अलग किया जा सकता है।

जब सन् १९३९ में आदमी ने पहले पहल परमाणु का विखण्डन किया, तो यह जानने की दिशा में कि इस विश्व के संचालन की तह में कौन-सी शक्ति है, यह सब से बड़ा कदम था। परमाणु तथा उद्जन बम महान् आश्चर्यजनक

तथा भयोत्पादक हैं और वे इस शक्ति की— जो इन सूक्ष्म कणों के
रखती है—मुक्ति के विशाल तथा भयावने प्रयोग हैं।

यदि आप २ पाउंड (१ सेर) परमाणुओं का विखंडन करें तो
परमाणु बम की इतनी अधिक शक्ति मिलती है, जो लगभग २० हज़
टी० एन० टी० (एक विस्फोटक पदार्थ) के बराबर होती है। यदि इ
कणों को गर्म करके एक साथ जोड़ दें तो कई गुना अधिक शक्ति मुक्त
है जैसा कि हम उद्जन बम में देखते हैं। इससे ज्ञात हुआ कि कण
विखंडित करने से परमाणु बम और उन्हें एक साथ मिलाने से उद्जन
बनता है। इसमें पहली क्रिया को विघटन (फ़िशन) और दूसरी को सं
(फ्यूजन) कहते हैं।

का विखंडन

परमाणु का संघटन

ं की बात है कि यह विघटन और संघटन (विखंडन व
.. और बाहर सदैव चलता रहता है। आप अपने भोजन
परमाणु खाते रहते हैं और हमारे पेट के रहस्यपूर्ण तत्व
—हैं सतत विघटित व संघटित करती रहती हैं और इनसे
प्रतिक्रिया के द्वारा आपके शरीर के विभिन्न भागों का
। यह सतत गतिशीलता की स्थिति या परमाणुओं में
, करते हैं। जब आप दियासलाई की तीली जलाते
या लकड़ी को जलाते हैं, तो यह भी परिवर्तन ही है,

इ एक गति है जिसमें कुछ परमाणु दूसरे परमाणुओ के साथ मिल जाते हैं। भी-कभी शक्ति बदल कर तत्व (पदार्थ) बन जाता है, किन्तु अधिकतर दार्थ का परिवर्तन शक्ति में ही होता है।

इस क्रिया या परिवर्तन के होते हुए भी इन छोटे-छोटे आवश्यक कणो में कोई क्षति नही होती। एक घास में तिनके का वजन उन चीजों से अधिक होता है जो इसके अदर थी। इसमे पदार्थ बढ गया है, वह पदार्थ जो इसने अपने पास सूर्य से आने वाली शक्ति की किरणो को परिवर्तित करके बना लिया है।

पदार्थ और शक्ति की रचना नही की जा सकती। वे तो सदैव विद्यमान रहते हैं। जो कुछ प्रकृति कर सकती है या हम कर सकते हैं वह यह है कि उसे एक शक्ल, आकार व प्रकार से बदल कर दूसरी तरह का कर दिया जाय। यदि हम यह रहस्य जानते होते कि किस प्रकार घास का तिनका सूर्य की शक्ति को पदार्थ में बदल देता है तो फिर हम भौतिक जीवन का ही रहस्य जान जाते। इस पृथ्वी पर जो भी शक्ति और पदार्थ है वे सब हमे सूर्य से मिले है। वे कोयले और तेल में सग्रहीत है।

शक्ति के रूपातर-जैसे दहन या पाचन और पौधो की वृद्धि, रसायनिक शक्ति के प्रादान-प्रदान है और गर्मी तथा रोशनी भौतिक शक्ति के परिवर्तनो का प्रतिनिधित्व करती है। इन परिवर्तनो में जितने पदार्थ का क्षय होता है या जितनी शक्ति पैदा होती है, या इसके विपरीत प्रक्रिया में भी जो क्षति व रचना होती है वह अत्यधिक अल्प होती है। जब आप किसी बद बर्तन में कुछ जलाते हैं तो यद्यपि बाद में वह पहले से कुछ कम मालूम होता है परन्तु उसका वजन पूर्ववत् ही रहता है। अर्थात् इसमें इतने पदार्थ की कमी नही हुई है जिससे कि वजन में कोई कमी आये।

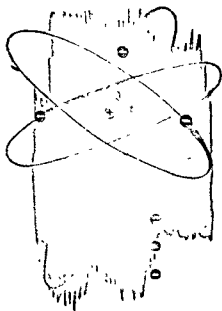
उष्णता और प्रकाश के रूप में जो भी शक्ति मुक्त होती है वह परमाणु के बाहरी कवच से प्राप्त होती है न कि उसके भीतरी केन्द्र भाग से जहाँ कि वस्तुतः महाप्रबल शक्तियाँ केन्द्रित रहती हैं। जब कि इस भीतरी भाग से शक्ति उन्मुक्त होती है तो वह, जलने के समय पैदा होने वाली शक्ति से,

करोड़ों गुना अधिक बलवान् होती है। यही वह परमाणुविक शक्ति है जो किसी रासायनिक विघटन का नहीं किन्तु अणु विघटन का परिणाम है। कोई परमाणुविक न्यूक्लियस (केन्द्र) विघटित होता है, तो इसमें इतने की क्षति होती है कि उसका वजन किया जा सकता है।

उदाहरणार्थ कोयले को जलाने के समय जो रासायनिक शक्ति ... होती है उसमें कोयले के परमाणु की ऊपरी सतह के कुछ ही इलेक्ट्रॉनों हेरा-फेरी या पुनर्व्यवस्था होती है। इस परिवर्तन से जो शक्ति उन्मुक्त है वह कोयले में संग्रहीत समूची शक्ति के १ प्र० श० के १० करोड़वें का आधा या १०० करोड़वें भाग का आधा होती है। जब न्यूक्लियर शक्ति या परमाणु केन्द्र की शक्ति उन्मुक्त होती है तो परमाणु के पूर्ण भार १ प्र०श० का ... भाग शक्ति में परिवर्तित हो जाता है, जो कोयले के ... में क्षय होने वाली मिकदार से २ करोड़ गुना अधिक होती है।

परमाणुविक शक्ति को समझने के लिए एक बड़ा अच्छा उपाय यह है इसके बारे में जब भी कल्पना करो तो बहुत अधिक कल्पना की ऊँची करो जैसा कि कभी-कभी व्यापार में कहा जाता है।

बलशाली विद्युत शक्तियाँ परमाणु के सूक्ष्म कणों को एक ... हैं। इन कणों में प्रोटोन—जो परमाणु केन्द्र में रहते हैं ... टिव) की प्रतिक्रिया वाले होते हैं जबकि परमाणु को ... यत एलेक्ट्रोन ऋण-विद्युत (निगेटिव) की प्रतिक्रिया वाले ... केन्द्र में एक साथ सटके रहते हैं; यद्यपि वे सभी धन-... इसका अर्थ यह हुआ कि उन्हें एक दूसरे को हटाना ... शक्ति का यह नियम है कि समान शक्ति एक दूसरे को ... पास खींचती है। इसी शक्ति के द्वारा वे (प्रोटोन) ... नों को बाहरी सतह पर अवस्थित रखते हैं। इस ... म शक्ति"।

न्यूक्लियस (केन्द्र) में एक महान् संगठक शक्ति होती ... विद्युत शक्ति से कहीं अधिक होती है और जो परमा...

परमाणु का संगठन

पूर्ण नियंत्रण में रखती है। ऐसी शक्ति का होना परमावश्यक है अन्यथा परमाणु स्वय टूट-फूट कर बिखर जायगा। वैज्ञानिक इस बात का पता लगा रहे हैं कि यह शक्ति कौन-सी है। यह विद्युत शक्ति नही है, चुम्बकीय (मैगनेटिक) भी नही और न गुरुत्वाकर्षण की शक्ति है। अब तक इसे जो सबसे अच्छा नाम दिया जा सका है, वह है "कास्मिक ग्लू"।

परमाणु बम तथा उदजन बमों के द्वारा वैज्ञानिको ने जिस शक्ति को उन्मुक्त किया है वह इस "कास्मिक ग्लू" के एक प्रतिशत का एक छोटा-सा भाग ही है। इस शक्ति की प्रकृति का पता लगाने के लिए अधिकाधिक बड़ी से बड़ी मशीनें बनाई जा रही हैं।

मानव इस परमाणु के अध्ययन में जैसे-जैसे गहराई में पैठता जाता है,

तो फिर, क्या जिस यूरेनियम परमाणु का विखंडन या विघटन सन् १६३६ में किया गया, उसकी कल्पना २५०० वर्ष पूर्व ही कर ली गई थी ? परमाणु के सम्बन्ध में यह अति प्राचीन धारणा, जो आज के वैज्ञानिको की प्रयोग-सिद्ध धारणा के बहुत कुछ अनुकूल है, लुसरेशियस के बाद १५०० वर्षों तक दार्शनिको के गम्भीर विचार का विषय नही रही ।

यकायक, १६वी शताब्दी के नव-जागरणकाल में, जादू की तरह यह फिर उद्भूत हुई । इस बार यह एक अर्ध-वैज्ञानिक प्रयास, जिसे कीमिया नाम दिया उसके रूप में उद्भूत हुई । कीमिया का मुख्य उद्देश्य था—सस्ते धातुओं को स्वर्ण में परिवर्तित करना और यौवन के स्त्रोत का निर्माण करना । इन तथा कथित विचित्र सूत्रों की खोज के प्रयास का आधार भी डेमोक्रिटस और लुसरेशियस के ही सिद्धांत थे—कि पृथ्वी और इस पर की सभी वस्तुए एक स्वाभाविक गणितीय नियम के अनुसार संचालित होती हैं और वास्तविक तत्व आणविक कणो से बना होता है ।

आधुनिक रसायन काल का प्रारम्भ उस समय से हुआ जब कि राबर्ट ब्वाएल नामक एक अंग्रेज ने, विभिन्न द्रव्यों के मिश्रण से एक नये द्रव्य के बन जाने का कारण, यह बताया कि एक प्रकार के परमाणु अपना रास्ता ढूढ कर दूसरे से संलग्न हो जाते हैं । उसी शताब्दी में सर आइज़ेक न्यूटन ने जब अपने गुरुत्वाकर्षण के सिद्धात का प्रतिपादन किया तो उन्होने भी परमाणुओं का दूसरे परमाणुओं के साथ संलग्न होने के सिद्धात की पुष्टि की । न्यूटन, जो इंग्लैंड के कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के स्नातक थे और बाद में वहां गणित के प्रशिक्षक हो गये । उसने अपनी पुस्तक "फिलोसेफी नेतुएलिस प्रिंसीपिया मैथमेटिका" (गणित का स्वाभाविक सिद्धान्त-दर्शन) में यान्त्रिक शक्तियो के व्यवस्थित सम्बन्ध को समझाया । कुछ लोग इस पुस्तक को इतिहास में सर्वाधिक वैज्ञानिक महत्व की पुस्तक मानते हैं और इसे न्यूटनवादी यान्त्रिक-क्रियाओं के सिद्धात के ग्रथ रूप में माना जाता है । न्यूटन ने बताया कि गुरुत्वाकर्षण, विद्युत और चुम्बक की शक्तियो का प्रसार बड़ी दूर-दूर तक होता है । साथ ही उसने यह भी बताया कि इनके सिवा छोटे-छोटे कणो के रूप में दूसरी शक्तियां भी हो सकती

केवल ऊपरी दिखावा है, वास्तव में परमाणु और शून्य के सिवा और किसी वस्तु का अस्तित्व नहीं है।" "शून्य," उनके विचार से, उस स्थान का नाम है जिसमें परमाणु का अस्तित्व है।

पाँच सौ वर्षों के पश्चात् रोम के लुसरेशियस नामक कवि ने कुछ कविताएँ लिखीं जिनका शीर्षक था "वस्तुओं की प्रकृति।" उसने अपनी कविताओं में लिखा कि छत से पानी बूंदें टपक-टपक कर नीचे पड़े हुए पत्थर पर गिरता है और *उसमें गड्ढा बना देता है। उसने लिखा कि किस प्रकार किसान लोहे* के हल से अपना खेत जोतता है और किस प्रकार दीर्घ कालीन उपयोग के कारण हल के लोहे का अंश धीरे-धीरे घिस-कर नष्ट हो जाता है, उसी प्रकार, जैसे कि एक दीर्घ काल तक रेत या कोयले को खोदने हटाने के पश्चात् फावड़ा घिस जाता है। उसने यह भी लिखा कि पीतल की प्रतिमाएँ राह चलने वाले बहुत से आदमियों के स्पर्श के कारण घिस जाती हैं। उसने अन्त में लिखा कि पत्थर, लोह और पीतल का इतना थोड़ा-थोड़ा अंश घिसता रहता *है कि कोई उसे देख नहीं पाता। इसलिए, उसने महसूस किया कि ये कण अत्यंत* सूक्ष्म होने चाहिए। वह इस परिणाम पर पहुँचा कि प्रकृति अपना कार्य अदृश्य वस्तुओं के द्वारा करती है।

लुसरेशियस के ५०० वर्ष पूर्व ग्रीक दार्शनिकों ने जो अत्यंत सूक्ष्म कणों की कल्पना की थी, उसको लुसरेशियस ने एक कदम और आगे बढ़ाया। उसने कल्पना की कि हल से घिस जाने वाले सूक्ष्म लोह कण, प्रतिमा के नष्ट हो जाने वाले पीतल के कण तथा प्रस्तर से हट जाने वाले पत्थर के कण, *मूलरूप में अपने बड़े कणों के साथ हुकों (टेढ़ा काटा) द्वारा जुड़े रहते हैं।* उसकी कल्पना में ये हुक (काटे) उसी प्रकार के थे जैसे मछली फंसाने वाले हुक होते हैं। और ये काफी मजबूत हुक थे जिनके द्वारा सूक्ष्म कण आपस में सम्बद्ध रहते थे। लुसरेशियस ने बताया कि लोहे तथा पत्थर के से कठिन कणों को संबद्ध रखने के लिए बहुत मजबूत हुक होते हैं। उसने जल तथा अन्य द्रवों के सम्बन्ध में भी इसी प्रकार की कल्पना की। केवल अंतर इतना था कि ये कण अधिक चिकने और गोल थे।

तो फिर, क्या जिस यूरेनियम परमाणु का विखंडन या विघटन सन् १९३९ में किया गया, उसकी कल्पना २५०० वर्ष पूर्व ही कर ली गई थी ? परमाणु के सम्बन्ध में यह अति प्राचीन धारणा, जो आज के वैज्ञानिको की प्रयोग-सिद्ध धारणा के बहुत कुछ अनुकूल है, लुसरेशिग्रस के बाद १५०० वर्षों तक दार्शनिको के गम्भीर विचार का विषय नहीं रही।

यकायक, १६वीं शताब्दी के नव-जागरणकाल में, जादू की तरह यह फिर उद्भूत हुई। इस बार यह एक अर्ध-वैज्ञानिक प्रयास, जिसे कीमिया नाम दिया उसके रूप में उद्भूत हुई। कीमिया का मुख्य उद्देश्य था—सस्ते धातुओं को स्वर्ण में परिवर्तित करना और यौवन के स्त्रोत का निर्माण करना। इन तथा कथित विचित्र सूत्रों की खोज के प्रयास का आधार भी डेमोक्रिटस और लुसरेशिग्रस के ही सिद्धांत थे—कि पृथ्वी और इस पर की सभी वस्तुएं एक स्वाभाविक गणितीय नियम के अनुसार संचालित होती हैं और वास्तविक तत्व आणविक कणों से बना होता है।

आधुनिक रसायन काल का प्रारम्भ उस समय से हुआ जब कि राबर्ट ब्वाएल नामक एक अंग्रेज ने, विभिन्न द्रव्यों के मिश्रण से एक नये द्रव्य के बन जाने का कारण, यह बताया कि एक प्रकार के परमाणु अपना रास्ता ढूढ कर दूसरे से संलग्न हो जाते हैं। उसी शताब्दी में सर आइज़ेक न्यूटन ने जब अपने गुरुत्वाकर्षण के सिद्धांत का प्रतिपादन किया तो उन्होंने भी परमाणुओं का दूसरे परमाणुओं के साथ संलग्न होने के सिद्धांत की पुष्टि की। न्यूटन, जो इंग्लैंड के कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के स्नातक थे और बाद में वहां गणित के प्राध्यापक हो गये। उसने अपनी पुस्तक "फिलोसेफी नेचुरलिस प्रिंसीपिया मैथमेटिका" (गणित का स्वाभाविक सिद्धान्त-दर्शन) में यांत्रिक शक्तियों के व्यवस्थित सम्बन्ध को समझाया। कुछ लोग इस पुस्तक को इतिहास में सर्वाधिक वैज्ञानिक महत्व की पुस्तक मानते हैं और इसे न्यूटनवादी यांत्रिक-क्रियाओं के सिद्धांत के ग्रंथ रूप में माना जाता है। न्यूटन ने बताया कि गुरुत्वाकर्षण, विद्युत और चुम्बक की शक्तियों का प्रसार बड़ी दूर-दूर तक होता है। साथ ही उसने यह भी बताया कि इनके सिवा छोटे-छोटे कणों के रूप में दूसरी शक्तियां भी हो सकती

है, जिनमें इसी प्रकार आकर्षण या अपकर्षण का गुण होता हो।

यह सिद्धांत कि परमाणु नाम की वस्तुओं का अस्तित्व है, धीरे-धीरे अधिक मान्य होता गया। लगभग सभी प्रसिद्ध वैज्ञानिक—जिनमें लेवोजिएर तथा लिबनित्ज सरीखे व्यक्ति भी थे—विश्व के परमाण्वीय विन्यास के सिद्धांत को अधिकाधिक मान्यता देने लग गये थे।

अंग्रेज रसायनशास्त्री जान डाल्टन ने १९ वी शताब्दी में यह सिद्ध किया कि जब रसायनिक तत्वों का योग होता है तो उनका यह योग एक निश्चित परिमाण में ही होता है। अतएव तत्व अत्यंत सूक्ष्म कणो से मिलकर बनते हैं। डाल्टन ने सुझाव दिया कि गैसें तथा द्रव और घन पदार्थ, सभी असंख्य परमाणुओं के योग से बने हैं। किन्तु वैज्ञानिक गत ५० वर्षों में ही यह खोज कर पाए हैं कि वे शक्तियां कौन-सी हैं जो परमाणुओ को एक व्यस्त या उलझे हुए संग्रह में बांधे रहती हैं। इस संग्रह को अणु (मालीकल) कहते हैं। अब, जैसा कि हम प्रथम अध्याय में कह चुके हैं कि, परमाणुओ के भी सूक्ष्म भागों के बारे में हमें दिन प्रतिदिन अधिक मालूम होता जा रहा है कि ये एक दूसरे को किस प्रकार आकर्षित व प्रतिकर्षित करते हैं।

क्योंकि परमाणु इतना सूक्ष्म होता है कि हम उसे कभी भी देख नही सकते, इसलिए किसी को भी यह कैसे मालूम हो सकता है कि परमाणु का वास्तव में अस्तित्व है भी।

हम सूक्ष्म दर्शक-यंत्र (माइक्रोस्कोप) के द्वारा अत्यंत सूक्ष्म वस्तुओ को देख सकते हैं और एलेक्ट्रोनिक सूक्ष्मदर्शक यंत्र के द्वारा हम सूक्ष्मतर वस्तुओ को देख सकते हैं। यह एक बडा पेंचदार उलझी हुई मशीन है जो इलेक्ट्रोन की रोशनी के द्वारा उस वस्तु की छाया निर्मित कर देती है जिसे कि देखना होता है। यह छाया कुछ इस तरह की बनती है जैसे कि एक छोटी-सा फिल्म की छाया सिनेमा के पर्दे पर। किन्तु तब भी एलेक्ट्रोन सूक्ष्म-दर्शक यंत्र के द्वारा जो छोटे से छोटा पदार्थ देखा जा सकता है वह है प्रोटीन इनजीम, जो कि अणु के अंदर रहने वाला परमाणुओ का एक विशाल संग्रह है।

वैज्ञानिकों ने अप्रत्यक्ष प्रमाणों से यह पता लगा लिया है कि परमाणु का

प्रमाणित है। जब ग्राप किसी लक्ष्य पर गोली चलाते हैं तो यद्यपि आप गोली को बंदूक से जाते हुए और लक्ष्य पर चोट करते हुए नहीं देखते तब भी आप जानते हैं कि क्या हुआ है, क्योंकि जो गोली कभी बंदूक में थी, वह अब वहां पर नहीं है और लक्ष्य में छेद हो गया है। यह अप्रत्यक्ष प्रमाण है।

साबुन का बलबुला अत्यधिक पतला होता है, १ इंच के लगभग १ करोड़वें भाग से लेकर १० करोड़वें भाग तक। किन्तु इसको हम देख सकते हैं और जान सकते हैं कि वह वहाँ पर है। यद्यपि वह इतना पतला बना होता है किन्तु हम जानते हैं कि वह साबुन और पानी का बना हुआ होना चाहिए। इसके अर्थ यह हुए कि साबुन के बुलबुले के अंदर चुने हुए छोटे-छोटे कण होने चाहिए जो कि एक इंच के करोड़वें भाग से भी कम मोटे होते हैं।

प्रयोगशाला का चिर परिचित प्रयोग, जिसके द्वारा पानी को एक भाग आक्सिजन और दो भाग हाइड्रोजन में विखंडित कर दिया जाता है। परमाणु के अस्तित्व का अधिक प्रत्यक्ष प्रदर्शन करता है। क्योंकि पानी इस प्रकार निश्चित में एक और दो के बिलकुल सही अनुपात में टूटता है, इसलिए अवश्य ही यह छोटे-छोटे परमाण्वीय "बिल्डिंग ब्लाकों" से बना होगा, जिसके दो सदैव दूसरे के एक के साथ सयुक्त होते हैं। यदि पानी सदैव ही तीन भागों में विभाजित होता है तो उसके तीन आधारभूत "भाग" होने चाहिए, जो कि सदैव दो और एक के अनुपात में रहते हैं।

परमाणु के अप्रत्यक्ष प्रमाण का एक दूसरा उदाहरण है "ब्राउनियन मोशन" (ब्राउन नामक वैज्ञानिक का गति का सिद्धान्त)। १८२७ में अंग्रेज वनस्पति शास्त्री रावर्ट ब्राउन ने देखा कि सूक्ष्मदर्शक द्वारा देखने से पराग (पौलेन) के सूक्ष्म कणों में एक विचित्र, धक्के वाली, कांपती हुई गति होती है। यह पराग उसी तरह का था जिससे कि हमको छींक आ जाती है। बाद में ब्राउन ने तथा दूसरे वैज्ञानिकों ने देखा कि इस प्रकार की गतिधूल तथा धुए के छोटे-छोटे कणों में भी होती है। इनको यदि पानी में डाल दिया जाय तो बिना किसी धारा के या बिना किसी बाहरी कारण के इनमें एक गति होती थी जो कि धक्के वाली और अनियमित पथ पर होती थी और इस गति का कोई कारण

या उद्देश्य नजर न आता था। इसलिए पानी के कणों में कोई ऐसी शक्ति अवश्य होनी चाहिए जो पराग तथा धुंएं के कणों को गति देती है। हाँ, य अवश्य है कि गति कोई भी देता हो, पर यह इतनी सूक्ष्म होती है कि इसे देखना संभव नहीं है। अब वैज्ञानिक यह जानते हैं कि ये छोटे-छोटे कण हाईड्रोजन (उद्जन) और आक्सिजन के परमाणुओं से बने होते हैं, औ उनकी क्रिया तथा उनसे निर्मित अणु (मोलीकूल) की क्रिया से यह गति पैद होती है।

पानी और अलकोहल को मिलाकर एक दूसरे प्रयोग के द्वारा भी परमाण का अस्तित्व सिद्ध होता है। दोनों की बराबर-बराबर मात्रा लीजिये और उन् एक बड़े बर्तन में डालिए। अब आप अपनी आशा के विरुद्ध यह पाएँगे कि यह मात्रा एक की दुगुनी नहीं है। वास्तव में वह मात्रा पानी या अलकोहल की मात्रा के दुगुने से काफी कम है। इसका कारण यह हो सकता है कि पानी के कुछ कण अलकोहल के कणों में समा गये हों। इन कणों को अब हाइ ड्रोजन, आक्सीजन और कारबन के कणों के नाम से जाना जाता है।

यहाँ एक साधारण प्रयोग है जिसे आप स्वयं कर सकते हैं और जिस यह ज्ञात होगा कि परमाणु सरीखी महासूक्ष्म वस्तु भी हो सकती है। आ यह जानते हैं कि अपनी उंगली से स्याही का दाग छुटाने के लिए आपको कितना धोना पड़ता है। जब आप वाश बेसिन में पानी के नीचे अपनी उंगल रखते हैं। तो पानी काफी देर तक नीले रंग का बना रहता है। इसके ये अ हुए कि इतने सब पानी से मिलने के लिए स्याही के असंख्य कण होने चाहिए

स्याही की एक बूंद लीजिए और इसे पानी से भरे हुए एक छोटे गिला में डालिए। एक चम्मच से इसे चलाइए। पानी का रंग स्याही के रंग अनुसार हल्का नीला या भूरा हो जायगा। अब उस गिलास के पानी को पान ्, बड़े बर्तन में डालिए। आप देखेंगे कि बड़े बर्तन के पानी का र ... अधिक हलके नीले रंग का हो जाता है। इसके ये अर्थ हु ... बूंद स्याही में इतने अधिक कण थे जो कि इतने अधिक पानी ... गए।

यदि आप अपने प्रयोग में पूर्णतः सही होना चाहते हैं जैसा कि वैज्ञानिकों को होना ही चाहिए तो रंग (वाटरकलर पिगमेंट) का एक टुकडा एक बड़े चम्मच भर पानी में डालिए। रंग का टुकड़ा इतना बड़ा हो जैसे पिन का सिर। अब रंग से पानी १० हज़ार गुना अधिक है। इसको मिलाइए और इसे एक ऐसी टंकी में डालिए जिसमें ८ गैलन पानी हो। इस घोल को मिलाइए। आप देखेंगे कि टंकी के पानी में नीला-सा रंग आ गया है, क्योंकि रंग का मिश्रण इतने अधिक पानी में हो गया है, इसलिए रंग के टुकड़े में बहुत ही अधिक हिस्से या परमाणु होने चाहिए। इस प्रयोग से हमें ठीक-ठीक पता चल सकता कि रंग के उस छोटे से टुकड़े में कम से कम ३० करोड़ परमाणु रहे होंगे।

ये इस बात के प्रमाण हैं कि परमाणु का अस्तित्व है। इसके सिवा कई बड़े पेंचीदा और कठिन प्रयोग होते हैं जो प्रयोगशालाओं में किए जाते हैं। हाँ, यह अवश्य है कि चूँकि हम परमाणु को देख नहीं सकते, इसलिए प्रमाण सदैव अप्रत्यक्ष ही रहेगा। जब आपकी मां रसोई घर में हलवा बना रही होती है तो उसकी जो सुगन्ध आपके पास आती है वह हलवे का अप्रत्यक्ष प्रमाण होती है। उसका अस्तित्व जानने के लिए आपको उसे प्रत्यक्ष देखने की आवश्यकता नहीं होती।

२

परमाणु व्यवहार रूप में कुछ भी नहीं है।

हमने इस पुस्तक के प्रारम्भ में ही यह कहा था कि इस संसार में प्रत्येक जानदार और बिना जानदार वस्तु परमाणुओं की ही बनी हुई है। परमाणु प्रकृति तथा विश्व की इमारत के खंड हैं (ईंटें) किन्तु वे इतने छोटे होते हैं कि हम कभी भी उनको ठीक से देख नहीं पायेंगे। वास्तव में उनको देख पाना,

सद्धान्त रूप में भी, भगम्भय है। प्रकृति में लगभग ९२ प्रकार के आधा
रमाणु पाये जाते हैं।

एक परमाणु दूसरे परमाणु से जो भिन्न होता है उसका कारण है
ी अधिक उन छोटे-छोटे कणों की संख्या जिनसे मिलकर प्रत्येक परम
नता है। परमाणु के कण एक दूसरे से विद्युत शक्ति के द्वारा सबद्ध र
। वे स्वयं इतने सूक्ष्म होते हैं कि परमाणु में अधिकांश शून्य (स्पेस)
होता है।

परमाणु के केन्द्र को न्यूक्लिअस (नाभिक) कहते हैं और यह प्रोटोन और
ट्रोन से मिलकर बना होता है। न्यूक्लिअस के आस-पास घूमते हुए दूसरे
ण हैं जिन्हे एलेक्ट्रोन्स कहा जाता है किंतु ये न्यूक्लिअस से काफी दूरी पर हैं।
दाहरण के लिए यदि प्रोटोन, न्यूट्रोन और एलेक्ट्रोन्स का आकार टेनिस की
के बराबर हो एलेक्ट्रोन्स की न्यूक्लिअस से दूरी लगभग ¼ मील होगी।

घूमते हुए एलेक्ट्रोन्स ऋण विद्युत वाले होते हैं और न्यूक्लिअस में धन
द्युत वाले प्रोटोन इन्हे खींचे रहते हैं। दूसरी ओर न्यूट्रोन, जैसा कि इसके
म से जाहिर है, उदासीन (न्यूटरल) होते हैं। इसकी कोई विद्युत क्रिया
ी होती, बस यह केवल प्रोटोन के साथ बैठा रहता है और परमाणु का भार
ाता है। प्रोटोन और न्यूट्रोन का वजन एलेक्ट्रोन की तुलना में २०००
ा अधिक होता है। इसलिए परमाणु के वजन का ९९ प्र० श० से भी अधिक
क्लिअस में केन्द्रित रहता है।

यदि आप युरेनियम (एक पदार्थ) के सामने एक टीन का पतला वर्क
तो युरेनियम से कुछ बाहर निकल कर टीन के वर्क मे से जाता है। यह
के लिए आवश्यक है कि ऊपर से कड़ा या ठोस दिखाई पड़ने वाले टीन के
ड़े में अति सूक्ष्म रिक्त स्थान होने चाहिए जिनमें युरेनियम के परमाणु जाते
। हम एक चलनी (छन्ने) की तरह समझ सकते हैं। कुछ कण इसमें
पाते क्योंकि वे किसी न्यूक्लिअस से या टीन के टुकड़े के परमाणुओं
भाग से टकरा जाते हैं, किन्तु अन्य बहुत से बाहर निकल जाते हैं
टीन के टुकड़े के परमाणुओं के न्यूक्लिअस के बीच में और उसको घेरे

न्यूट्रॉन के द्वारा कार्य सम्पन्न होता है।

जब किसी परमाणु का विखंडन किया जाता है तो उसका भारी न्यूक्लियस दो भागों में बंट जाता है और इसके फलस्वरूप विशाल परिमाण में शक्ति मुक्त होती है। इसको परमाण्विक शक्ति कहते हैं यद्यपि इसे न्यूक्लियर शक्ति कहना अधिक ठीक होगा क्योंकि यह शक्ति परमाणु के न्यूक्लियस से निकलती है। इस संसार में और इस विश्व में यही शक्ति का प्राथमिक स्थान है।

न्यूक्लियर रिएक्टर (प्रवाधक) या परमाण्विक भट्टी यूरेनियम के परमाणुओं के न्यूक्लियसों को सतत विखंडित करके उष्णता के रूप में शक्ति मुक्त करती रहती है। इस उष्णता से पानी उबाला जा सकता है या वाष्प बनाई जा सकती है जिससे वाष्प-एञ्जिन चलाया जा सकता है। इसको नियंत्रित परमाणु-विखंडन कहते हैं।

अब आप यदि करोड़ों परमाणुओं को एक साथ विखंडित करें तो ऐसी परमाण्वीय "अग्नि" पैदा होती है जिस पर आपका नियंत्रण नहीं रहता, इसी को परमाणु बम कहते हैं। यदि आप इस प्रकार पैदा हुई, परमाणु बम की महा विशाल गर्मी को हायड्रोजन के परमाणु को पिघलाने या मिलाने के लिए उपयोग करें तो इसका फल होगा हायड्रोजन बम (उद्जन बम) इस क्रिया को थर्मोन्यूक्लियर रिएक्शन (उष्णता-नाभि प्रवाधक), अर्थात् उष्णता का न्यूक्लियस पर क्रिया होना कहते हैं।

क्योंकि परमाणु के न्यूक्लियस में इतनी अधिक शक्ति संग्रहीत होती है इसलिए परमाणु को विखंडित करके शक्ति को मुक्त करने के लिए विशालकाय मशीनों की आवश्यकता होती है। परमाणु के न्यूक्लियस का अध्ययन करने के लिए जो मशीनें हैं उनमें से एक का नाम है साइक्लोट्रोन।

हम प्रथम अध्याय में यह कह चुके हैं कि परमाणु के केन्द्र में एक महाशक्ति 'कास्मिक ग्लू' के द्वारा पदार्थ को संघटित रखती है। यह शक्ति इतनी बड़ी है कि मनुष्य की समझ और कल्पना से परे है। यदि आप थोड़ी-सी बर्फ लें और उसे दबा कर गेंद के आकार का बना लें, तो आप उसे दबा कर ही बनाएंगे अर्थात उसे गेंद बनाने के लिए आपको शक्ति लगानी पड़ेगी। इसी

प्रकार दबाने की क्रिया परमाणु के केन्द्र में भी होती है। यहाँ प्रोटोन और न्यूट्रोन इतने दबा-दबा कर भरे हुए होते हैं कि यदि न्यूक्लिअस एक नये पैसे के बराबर होता तो इसका वज़न करोड़ों मन होता।

परमाणु को क़रीब क़रीब दो भागों में विभाजित करने की क्रिया को विखंडन कहते हैं। यूरेनिएम और मनुष्य द्वारा बनाए गए प्लूटोनिएम, दो ऐसे पदार्थ हैं जिनका विखंडन किया जा सकता है।

यदि एक चवन्नी में तत्व इस तरह ठंसकर भर दें जैसे परमाणु के न्यूक्लिअस में, तो उसका वज़न करीब ३० करोड़ टन

परमाणु की रेडियम धर्मिता या विकिरण-शीलता (रेडियो एक्टिविटी) और परमाणु के न्यूक्लिअस का विखंडन, दो भिन्न वस्तुएँ हैं। विकिरण-शीलता से विकिरण (रेडिएशन) की उत्पत्ति होती है—जो न्यूक्लिअर परिवर्तनों का एक फल है। ये विकिरण (रेडिएशंस) न्यूक्लिअर "ऊपरखंड" (न्यूक्लिअर "चिप्स") होते हैं। शक्ति को मुक्त किया जाता विकिरणशीलता (रेडियो एक्टिविटी) को रोका नहीं जा सकता।

कुछ पदार्थ, जैसे यूरेनियम और रेडियम, विकिरणशील (रेडियो एक्टि... हैं। ये पदार्थ रेडिएशन की एक कतार से छोड़ते हैं जिनको अल्फा ... कण और गामाकिरण कहते हैं। अल्फा कण इस पृष्ठ के बराबर ... के टुकड़े के पार नहीं जा सकता किन्तु गामा किरणों को रोकने के ... मोटी लोहे की चद्दर की आवश्यकता होगी। इसीलिए न्यूक्लि... को ढकने के लिए भारी वस्तुओं की जरूरत होगी। यदि यह साव... जाए तो मानव-शरीर के ऊपर इन किरणों के पड़ने से उसके ... नष्ट हो जाते हैं।

... है जो पहले-पहले स्वप्न से मालूम पड़े किन्तु ब...

वैज्ञानिकों की प्रतिभा और कौशल के कारण सिद्ध होकर वैज्ञानिक तथ्य बन गये।

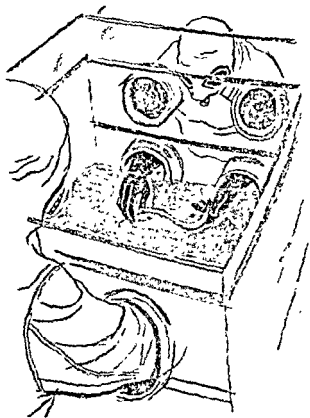
(दूसरा चित्र अगले पृष्ठ पर देखें)

हम पहले कह चुके हैं कि परमाणु अधिकांश में रिक्त स्थान है, जिसमें केन्द्र में न्यूक्लियस होता है और एलेक्ट्रोन नामक कण उसके आस-पास चक्कर लगाते रहते हैं। आप परमाणु की कल्पना इस प्रकार कर सकते हैं।

अल्प कणों को एक कागज की तह से रोका जा सकता है।

समझ लीजिए कि आप अपने स्कूल के बड़े कमरे (हाल) में हैं। इस कमरे के बीचोबीच आपके सिर के ऊपर हवा में लटकी हुई पिंगपाग की गेंद के बराबर एक जस्ते की गेंद है। जस्ते की गेंद आपके काल्पनिक परमाणु का न्यूक्लियस है और उसके साथ एक प्रोटोन है। अब एक पिंगपांग की गेंद में डोरा बांधिए और सीढ़ी पर चढ़ कर ठीक जस्ते की गेंद के पास पहुंच जाइए। अब यदि आप पिंगपाग

की गेंद को डोरे के द्वारा घुमाएँ और उसे तब तक घुमाते ही रहें जब तक कि वह कमरे की दीवार के पास तक न पहुंच जाए तो फिर वह एलेक्ट्रोन की तरह बन गई।

अब आप एक साधारण परमाणु—हाइड्रोजन के परमाणु—के अन्दर हैं। हाँ, यह अवश्य है कि वास्तविक हाइड्रोजन परमाणु में न्यूक्लियस प्रोटोन (जस्ते की गेंद) और एलेक्ट्रोन (पिंगपांग की गेंद) के बीच कोई डोरा नहीं होता।

रेडियमधर्मी द्रव्यों की क्रिया पानी के अन्दर की जाती है।

में यह होता है कि विद्युत की शक्ति से एलेक्ट्रोन प्रोटे
के आसपास घूमते रहते हैं। जैसे मोटर या रोशनी में काम क
आवश्यक है कि बैटरी के धन (पाज़िटिव) और ऋण (निगेटि
मिलाए जाएँ उसी प्रकार परमाणु के भी दोनों किनारे—

र ऋण—मिलाए जाते हैं। प्रोटोन धन विद्युत वाला किनारा होता है
ार एलेक्ट्रोन ऋण विद्युत वाला होता है।

अब समझ लीजिए कि आप अपने काल्पनिक परमाणु में कमरे के बीच में
ा में लटकी हुई जस्ते की गेंद के साथ और भी कई गेंदें लटकाते हैं तथा
ारों में और कई पिंगपांग की गेंदें बांधते हैं तब फिर यह सब मामला काफी
लझा हुआ-सा मालूम पड़ेगा और आप एक अधिक पेचीदा परमाणु—लोहे के
रमाणु—के बीच में अपने को पाएँगे। यदि आप बीच में लटकी हुई गेंदों के
ाथ २३७ जस्ते की गेंदें और पिंगपांग की ९१ गेंदें और मिला दें तो फिर
ाप अपने को यूरेनियम परमाणु के बीच में पाएँगे। रेडियो एक्टिविटी
विकिरणशीलता) की क्रिया जब यूरेनियम व रेडियम सरीखे पदार्थों में होती
तब लगातार छोटे-छोटे विस्फोट होते रहते हैं, जिनमें विद्युत से आविष्ट
णों (एलेक्ट्रिकली चार्ज्ड पार्टिकल्स) की घटती या बढ़ती होती रहती है
ौर इसके फलस्वरूप अल्फा कण, बीटा कण और गामा किरणें परमाणु से
ग के साथ बाहर निकलती हैं। इन कणों और किरणों की गति परमाणु के
ाहर निकलते समय और बाद में १५,००० मील प्रति सेकेंड से लगाकर
८६,००० प्रति सेकेंड—अर्थात् प्रकाश की गति के काफी बराबर—होती है।

एलेक्ट्रोन कणों को रोकने के लिए ५०० कागज की तहों की जरूरत होती है।

अल्फा कण अधिक दूर तक नहीं जाते और जैसा कि हम पहले कह चुके
हैं कि इन्हें एक कागज के टुकड़े से रोका जा सकता है। बीटा कण तीव्र गति
वाले एलेक्ट्रोन्स होते हैं और ये अधिक दूर तक जा सकते हैं। गामा किरणें
छोटे-छोटे विस्फोटों और परमाणु के अन्तर्गत होने वाले परिवर्तनों के फलस्वरूप

गामा किरणों को रोकने के लिये २ इंच सीसे की तह की जरूरत होती है।

अल्प कणों को एक कागज़ की तह रोक सकती है।

पैदा होती हैं और ये इंटों की एक दीवार को भी पार कर सकती हैं किरणें उसी प्रकार की होती हैं जैसे कि 'एक्स' (X) किरणें। य समझ लेना चाहिए कि रेडियो एक्टिविटी (विकिरणशीलता) और का वास्तविक विघटन एक ही क्रिया नहीं है।

१० करोड़ वर्षों के विकिरण (रेडिएशन) के बाद यूरेनियम के कुछ परिवर्तन व हेर-फेर करके अन्त में जस्ता बन जाता है, क्योंकि "अपने को जला डालता है" और इसका विद्युत आवेश नष्ट हो जाता

जब कोई वैज्ञानिक परमाणु के सम्बन्ध में सोचता है तो वह हमारी तरह इसका विचार बहुत बड़े पैमाने पर करता है। उनको समझ समझाने के लिए, उसके लिए आवश्यक हो जाता है कि वह अधि वस्तुओं के साथ उनकी तुलना करे तथा उनका सम्बन्ध दिखाए।

हम यह जानते हैं कि परमाणु इस विश्व की इमारत की म में यह रिक्त स्थान है जिसमें अत्यधिक भारी प्रोटोन और ऐलेक्ट्रोन से बना होता है। एलेक्ट्रोन न्यूक्लि है और प्रत्येक प्रोटोन के लिए एक एलेक्ट्रोन है में एक प्रोटोन और एक एलेक्ट्रोन होता है। यूरेनियम में एलेक्ट्रोन होते हैं। इन परमाणुओं के न्यूक्लियसों में होते हैं जिनके कारण

द्युत ग्रावेश वाला होता है जिससे कि वह ऋण विद्युत ग्रावेश वाले
लेक्ट्रोन से ग्राकृष्ट रहता है किन्तु न्यूट्रोन में कोई भी विद्युत ग्रावेश नहीं
ता। जब कोई पदार्थ रेडियोएक्टिव (विकिरण शक्ति) होता है तो वह
थायी नहीं होता ग्रौर इससे ग्रल्फा तथा बीटा कण ग्रौर गामा किरणें बाहर
ाती है।

यद्यपि परमाणु का विचार कुछ बहुत नया नहीं है किन्तु तब भी सन् १९३२
ब्रिटिश वैज्ञानिक जेम्स चडविक ग्रन्तिम रूप में न्यूट्रोन का पता लगा
ाये। यह परमाणु के न्यूक्लियस का वह भाग है जिसके कारण ही परमाणु
ा विखण्डन सम्भव हो पाता है। इससे ग्राप समझ सकते हैं कि परमाणु के
ग्रध्ययन का विषय काफी नया ही है।

व्यावहारिक दृष्टि से परमाणु कुछ भी नहीं है। ग्राज तक किसी ने भी
रमाणु को न तो देखा है ग्रौर न भविष्य में भी देख सकेगा। एक सुई की
ोक पर ग्राप करोड़ों परमाणु रख सकते हैं ग्रौर तब भी कुछ जगह बची ही
हेगी। यदि १० करोड परमाणुग्रों को ग्राप एक सीध में रख दें तो वे १ इंच
े कुछ कम ही जगह में ग्रा जाएँगे।

: ४ :

एक ऐतिहासिक प्रक्रिया-शृंखला

न्यूयार्क में जनवरी २५, १९३९ का दिन एक सुन्दर दिन था, ऐसा दिन
जब कि ग्राराम से किसी रेस्टोरेंट में बैठ कर चाय पी जा सकती थी। ऊँची
पहाड़ी पर स्थित कोलम्बिया यूनीवर्सिटी (विश्वविद्यालय) के विद्यार्थी ग्रपने
कोट के कालरों से कानों को ढके शीघ्रतापूर्वक एक क्लास से दूसरी क्लास
की ग्रोर ग्रौर विश्वविद्यालय के घेरे में एक बिल्डिंग से दूसरी ग्रोर ग्रा जा

रहे थे। विश्वविद्यालय के कैन्टीन कक्ष में—जहाँ कि अधिकांश विद्या
प्रोफेसर लगभग भोजन करते हैं—दो व्यक्ति अलग बैठे हुए चाय पी
करते हुए बात भी रहे थे। इनमें एक इटली का वैज्ञानिक था जो
प्रसिद्ध हो चुका था। दूसरा व्यक्ति भौतिक-शास्त्र का सहायक प्रोफे
जो कि विश्वविद्यालय में लेक्चरार से ऊपर था।

एक सप्ताह पूर्व डेनमार्क के एक विख्यात वैज्ञानिक नील्स बोर ने प्रि
के प्रिंसटन विश्वविद्यालय में वैज्ञानिकों के समक्ष एक भाषण दिया था
इस भाषण को सुनकर वे वैज्ञानिक आश्चर्य चकित रह गए थे। डा०
जो आश्चर्य-जनक बात बताई थी वह थी, सन् १९३८ के अन्त में जर्मनी
वहाँ के दो भौतिक विज्ञान के शास्त्रियों द्वारा किए गए एक प्रयोग के सम
में। इन दो वैज्ञानिकों के नाम थे, ओटो हान और फ्रिट्ज स्ट्रासमैन।
प्रयोग विध्वंसक से निकाले गए एक पदार्थ यूरेनियम के सम्बन्ध में था।

यह महान बम जिस गर्जने वाला पदार्थ, यूरेनियम कई वर्षों से लोगों
ज्ञात था। १८९६ में, पेरिस में, हेनरी बेक्वेरेल ने यूरेनियम के बारे में
खोज कर ली थी, वह भी इस कारण क्योंकि मौसम खराब था। उन दि
फिल्म के स्थान पर फोटोग्राफी की प्लेटें होती थीं और यह मालूम हो चुका
कि यूरेनियम को यदि थोड़ी देर तक सूरज की रोशनी में रखा जावे और
अंधेरे कमरे में फोटोग्राफी की प्लेट के पास रखा जाय तो प्लेट में एक धुं
सी शक्ल बन जाएगी या जैसा अब कहा जा सकता है कि फिल्म "एक्स
हो जाएगी। बेक्वेरेल के पास यूरेनियम का टुकड़ा था जो उसने इसलिए
के अन्दर रख दिया था कि जब सूर्य निकलेगा तब वह अपना प्रयोग प्रा
करेगा। और, संयोग ऐसा हुआ कि उसी दराज में फोटोग्राफी की भी प्लेटें

कुछ दिनों के बादली मौसम के बाद बेक्वेरेल ने उन प्लेटों तथा यूरे
टुकड़े को बाहर निकाला। उसने उन फोटोग्राफी की प्लेटों को डेवलप
यह देख कर उसके आश्चर्य की सीमा न रही कि प्लेटें धुंधली प
यद्यपि यूरेनियम को कागज की कई तहों में लपेट कर जस्ते के ब
गया था। इससे यह सिद्ध हुआ कि स्वयं यूरेनियम पदार्थ ही,

यूरेनियम और सूरज की रोशनी मिलकर, फोटोग्राफी की प्लेटों को धुँधला बना देता है।

इस क्रिया को रेडियो एक्टिविटी (विकिरणशीलता) का नाम दिया गया और दूसरे वैज्ञानिको ने इसका अध्ययन प्रारम्भ कर दिया। इनमें पियरे और मैरी क्यूरी भी थे। सन् १८६८ में क्यूरी दम्पति ने एक दूसरे पदार्थ थोरियम का पता लगाया। यह पदार्थ भी रेडियो एक्टिव था। रासायनिक क्रियाओं के द्वारा क्यूरी दम्पति ने दो और पदार्थों का पता लगाया—पोलोनियम और रेडियम—और ये दोनो पदार्थ थोरियम या यूरेनियम की अपेक्षा कहीं अधिक रेडियो एक्टिव थे। रेडियम से विचित्र प्रकार नयी किरणें बाहर निकलती थीं इसलिए इसका अध्ययन बड़ी लगन से किया जाने लगा। कैंसर (एक भयानक बीमारी) की चिकित्सा में इसका उपयोग किया जाने लगा।

पिछले बहुत से वर्षों से वैज्ञानिक अपने प्रयोगो में रेडियम का उपयोग करते रहे हैं। बर्लिन (जर्मनी) में सितम्बर सन् १६३८ में प्रोफेसर ओटोहान और फ्रिट्ज स्ट्रासमैन बिल्कुल यही कर रहे थे। वे रेडियम की रहस्यमय किरणों को बड़ी कठिनाई से मिलने वाले एक धातु बेरीलियम पर दाग रहे थे और तब यह धातु (बेरीलियम) अत्यधिक तीव्र गति वाले न्यूट्रोन पैदा करता था। और केवल यह देखने के लिए कि क्या होता है उन्होंने इन न्यूट्रोनो के द्वारा यूरेनियम के एक छोटे-से टुकड़े का विस्फोट किया।

हो सकता है कि जो कुछ हुआ वह साधारण व्यक्ति को दृष्टि में अधिक महत्व का न हो किन्तु एक वैज्ञानिक की दृष्टि में उसका बड़ा महत्व है। जब इन दो आदमियों ने अपने प्रयोगो के परिणामों का विश्लेषण किया तो उन्हें पता लगा कि बर्तन में रखे हुए यूरेनियम के सिवाय एक और पदार्थ वहाँ पर था, जिसका नाम बेरियम था। डा० हान और डा० स्ट्रासन, दोनों ही ने जब इस पदार्थ को देखा तो वे यह जान गये कि यह बेरियम ही है किन्तु वे यह न समझ पाये कि यह पदार्थ आया कहाँ से है। यदि आप चाकलेट सोडा तयार करें और उसकी तह में अखरोट पाएँ, जब कि अखरोट के आने का कोई मार्ग

रहे थे। विश्वविद्यालय के फैकल्टी क्लब में—जहाँ कि अधिकांश शिक्षक
प्रोफेसर अपना भोजन करते हैं—दो व्यक्ति अलग बैठे हुए शांति पूर्व
करते हुए चाय पी रहे थे। इनमें एक इटली का वैज्ञानिक था जो
प्रसिद्ध हो चुका था। दूसरा व्यक्ति भौतिक-शास्त्र का ..
जो कि विश्वविद्यालय में नेब्रास्का से आया था।

एक सप्ताह पूर्व डेन्मार्क के एक विख्यात वैज्ञानिक नील्स बोर ने
के प्रिंसटन विश्वविद्यालय में वैज्ञानिकों के समक्ष एक भाषण किया।
इस भाषण को सुनकर ये वैज्ञानिक आश्चर्य चकित रह गए थे। डा० बो
जो आश्चर्य-जनक बात बताई थी वह थी, सन् १९३८ के अन्त में जर्म
वहाँ के दो भौतिक विज्ञान के शास्त्रियों द्वारा किए गए एक प्रयोग के ..
में। इन दो वैज्ञानिकों के नाम थे, ओटो हान और फ्रिट्ज स्ट्रासमैन।
प्रयोग पिचब्लेंड से निकाले गए एक पदार्थ यूरेनियम के सम्बन्ध में था।

यह बहुत कम मिल सकने वाला पदार्थ, यूरेनियम कई वर्षों से लोगों
ज्ञात था। १८९६ में, पेरिस में, हेनरी बेकरील ने यूरेनियम के बारे
खोज कर ली थी, वह भी इस कारण क्योंकि मौसम खराब था। उन
फिल्म के स्थान पर फोटोग्राफी की प्लेटें होती थीं और यह मालूम हो चुका
कि यूरेनियम को यदि थोड़ी देर तक सूरज की रोशनी में रखा जाये और
अंधेरे कमरे में फोटोग्राफी की प्लेट के पास रखा जाय तो प्लेट में एक धुँ
सी दाक्न बन जाएगी या जैसा अब कहा जा सकता है कि फिल्म '.
हो जाएगी। बेकरील के पास यूरेनियम का टुकड़ा था जो उसने इसलिए
के अन्दर रख दिया था कि जब सूर्य निकलेगा तब वह अपना प्रयोग
करेगा। और, संयोग ऐसा हुआ कि उसी दराज में फोटोग्राफी की भी प्लेटें

कुछ दिनों के बादली मौसम के बाद बेकरील ने उन प्लेटों तथा यू
के टुकड़े को बाहर निकाला। उसने उन फोटोग्राफी की प्लेटों को डेवलप
और यह देख कर उसके आश्चर्य की सीमा न रही कि प्लेटें धुँधली
थीं, यद्यपि यूरेनियम को कागज की कई तहों में लपेट कर जस्ते के
रखा गया था। इससे यह सिद्ध हुआ कि स्वयं यूरेनियम पदार्थ ही

[यू]रेनियम और सूरज की रोशनी मिलकर, फोटोग्राफी की प्लेटों को धुंधला [ब]ना देता है।

इस क्रिया को रेडियो एक्टिविटी (विकिरणशीलता) का नाम दिया गया और दूसरे वैज्ञानिकों ने इसका अध्ययन प्रारम्भ कर दिया। इनमें पियरे और मेरी क्यूरी भी थे। सन् १८६८ में क्यूरी दम्पति ने एक दूसरे पदार्थ थोरियम का पता लगाया। यह पदार्थ भी रेडियो एक्टिव था। रासायनिक क्रियाओं के द्वारा क्यूरी दम्पति ने दो और पदार्थों का पता लगाया—पोलोनियम और रेडियम—और ये दोनों पदार्थ थोरियम या यूरेनियम की अपेक्षा कहीं अधिक रेडियो एक्टिव थे। रेडियम से विचित्र प्रकार नयी किरणें बाहर निकलती थीं इसलिए इसका अध्ययन बड़ी लगन से किया जाने लगा। कैंसर (एक भयानक बीमारी) की चिकित्सा में इसका उपयोग किया जाने लगा।

पिछले बहुत से वर्षों से वैज्ञानिक अपने प्रयोगों में रेडियम का उपयोग करते रहे हैं। बर्लिन (जर्मनी) में सितम्बर सन् १६३८ में प्रोफेसर ओटोहान और फ्रिट्ज स्ट्रासमैन बिल्कुल यही कर रहे थे। वे रेडियम की रहस्यमय किरणों को बड़ी कठिनाई से मिलने वाले एक धातु बेरीलियम पर दाग रहे थे और तब यह धातु (बेरीलियम) अत्यधिक तीव्र गति वाले न्यूट्रोन पैदा करता था। और केवल यह देखने के लिए कि क्या होता है उन्होंने इन न्यूट्रोनों के द्वारा यूरेनियम के एक छोटे-से टुकड़े का विस्फोट किया।

हो सकता है कि जो कुछ हुआ वह साधारण व्यक्ति की दृष्टि में अधिक महत्व का न हो किन्तु एक वैज्ञानिक की दृष्टि में उसका बड़ा महत्व है। जब इन दो आदमियों ने अपने प्रयोगों के परिणामों का विश्लेषण किया तो उन्हें पता लगा कि बर्तन में रखे हुए यूरेनियम के सिवाय एक और पदार्थ वहाँ पर था, जिसका नाम बेरियम था। डा० हान और डा० स्ट्रासन, दोनों ही ने जब इस पदार्थ को देखा तो वे यह जान गये कि यह बेरियम ही है किन्तु वे यह न समझ पाये कि यह पदार्थ आया कहाँ से है। यदि आप चाकलेट सोडा तयार करें और उसकी तह में अखरोट पायें, जब कि अखरोट के जाने का कोई मार्ग

न हो, तो उनको बड़ा ही आश्चर्य होगा। कुछ ऐसा ही [illegible]
वैज्ञानिकों को भी हुआ।

दोनों जर्मन वैज्ञानिकों ने बेरियम का परीक्षण किया और पाया कि [illegible] पदार्थ भी रेडियो एक्टिव (विकिरणशील) है। यह कुछ इसी प्रकार [illegible] जैसे कि [illegible] के टुकड़े [illegible] में [illegible] । [illegible] परिणाम बड़ा कौतूहलजनक था।

इन परिणामों से, एक महिला वैज्ञानिक लिजे मीटनर—जो हिटलर के कारण शरणार्थी बन गई थी—को भी बड़ा कौतूहल हुआ और वह कोपेनहेगेन गई, जहाँ उसने डा० नील्स बोर और उनके साथी वैज्ञानिक ओटो आर० फ्रिश को यह सब बताया।

सौभाग्यवश कुछ सप्ताह बाद ही डा० बोर संयुक्त-राज्य तथा विदेश आए। वहाँ पर वैज्ञानिकों के बीच जर्मन वैज्ञानिकों द्वारा किए गए इन प्रयोगों की कहानी बड़ी अभिरुचि का विषय बन गई।

यह वह विषय था जिस पर नेब्रास्का के नवयुवक प्रोफेसर प्र० जान डा० डनिंग और प्रसिद्ध इटालियन वैज्ञानिक प्र० एनरिको फरमी पास की मेज पर बैठे हुए विचार-विमर्श कर रहे थे।

यदि न्यूट्रोन के द्वारा यूरेनियम का विस्फोट किया गया है तो यह आशा की जा सकती है कि यूरेनियम करीब-करीब दो हिस्सों में विभाजित हुआ होगा। यदि ऐसा हुआ है अर्थात् यूरेनियम का विखण्डन हुआ है तो बहुत अधिक परिमाण में शक्ति मुक्त हुई होगी। एक दीर्घकाल से यह तथ्य संभावित था और विज्ञान लेखक प्रायः यह मुहावरा लिखा करते थे कि "एक तांबे के पैसे में जितनी शक्ति संग्रहीत है वह पूरे न्यूयार्क नगर को उड़ा देने के लिए काफी है।"

डा० अलबर्ट आइंसटाइन ने बहुत पहले, सन् १९०५ में, यह संभावना दिखाई थी। उन्होंने यह बताया कि जब आप किसी वस्तु को पूर्णतः न[illegible] [illegible] को चूर-चूर कर दें—तो शक्ति पैदा होती है। जब आ[illegible] तीली जलाते हैं, तो एक अर्थ में, उसे नष्ट ही करते हैं। [illegible]

पदार्थ से माचिस की तीली बनी है, उसका सम्मिश्रण दूसरे पदार्थ से होता है और यह उष्णता के रूप में शक्ति पैदा होती है। डा० आइन्सटाइन के मन में इस प्रकार उष्णता कर शक्ति पैदा करने का विचार न था किन्तु वे माचिस की तीली के परमाणु का किसी प्रकार विघटन करके महाशक्ति पैदा करना चाहते थे।

मतलब यह है : माचिस की तीली को रगड़िए और आपके पास इतनी उष्णता पैदा होती है कि आप मोमबत्ती जला सकते हैं या लकड़ियों में आग लगा सकते हैं। किन्तु एक-एक परमाणु को लेकर यदि आप माचिस की तीली को नष्ट कर दें तो इतनी उष्णता पैदा होती है कि आप हिमालय पर्वत की सभी बर्फ पिघला सकते हैं।

डा० आइन्सटाइन ने अपनी इस मान्यता (सिद्धांत) को विकसित करके इसे एक सूत्र (फार्मूला) के रूप में प्रकट किया। यह सूत्र गणित की दुनिया में सर्वाधिक महत्त्व का बन गया है। यह सूत्र है '—ऊर्जा (शक्ति) = संहति (मास) × प्रकाश की गति और फिर इसका वर्ग। वैज्ञानिक भाषा में कहेंगे—

एनर्जी = मास × स्पीड आफ लाइट, स्क्वयर्ड

सूत्र रूप में— $E = MC^2$

या ऊ = सं प्र²

प्रकाश की गति प्रति सेकेंड १,८६,००० मील है। यदि इस सूत्र का उपयोग करें तो आपको मालूम होगा कि एक मुट्ठी रेत में सैद्धांतिक तौर पर इतनी शक्ति होती है कि उसके द्वारा उत्पन्न की हुई विद्युत से कलकत्ता नगर को १ साल तक प्रकाश मिलता रहेगा।

अतएव जनवरी सन् १९३९ में, वे सभी वैज्ञानिक जो परमाणु में और परमाण्विक शक्ति में रुचि रखते थे, सतत् रूप से जर्मन वैज्ञानिकों द्वारा किए गये प्रयोगों के बारे में ही सोचते रहे। वे इन आश्चर्यजनक परिणामों में ही खोये रहे। क्या इसका अर्थ यह हुआ कि वास्तव में यूरेनियम के परमाणु का विखंडन कर लिया गया है?

दोनों वैज्ञानिकों की चाय समाप्त हो गई। उस दिन दोपहर को,

२५ जनवरी १६३६ को, डा० एनरिको फरमी वाशिंगटन में एक परिषद्
भाग लेने के लिए चले गये और डा० डनिंग परमाणु के विखंडन की समस
पर और अधिक विचार करने के लिए वापस अपनी प्रयोगशाला को चले गये
कोलम्बिया के पापिन हाल के नीचे जमीन में एक कमरा था जिसमें डी
और फरमी तथा उनके अन्य वैज्ञानिक सहयोगियों ने एक मशीन लगा र
थी जिसके द्वारा वे कुछ निश्चित पदार्थों, जैसे यूरेनियम, द्वारा छोड़े
रेडिएशन (विकिरण) की माप करते थे। कमरा छोटा था और चीजों से भ
था। छत में चारों ओर भाप के नल लगे हुए थे। इन चीजों के बीच में
मेज पर मशीन रखी थी। ऐसा मालूम होता था जैसे यह कोई बच्चों के खे
का सामान हो। वहाँ एक रेडियो सेट सरीखी चीज और उससे मिला हु
एक टेलीविजन सेट-सा कुछ रखा हुआ था जिसका पर्दा इतना छोटा था
उस पर वाक्सिंग का मैच भी बिना झुके हुए नहीं देखा जा सकता था।
विचित्र मशीन इन वैज्ञानिकों ने इधर-उधर की चीजें मिलाकर बनाई थ
वास्तव में यदि आप सबसे प्रथम प्रयोग करने वाले होते हैं तो पहले आप
सोचते हैं कि आपको क्या करना है, फिर आप मशीन बनाते हैं और
वस्तुओं को जमा करते हैं जिनसे मशीन बनाई जाती है। यह मशीन, जो
में चलकर दुनिया के इतिहास में इतनी महत्वपूर्ण बन गई, इसी प्रकार की
थी। इसमें कुछ चुनी हुई रेडियो की नलिकाएँ (रेडियो ट्यूब), पैराफिन
टुकड़े (खंड), तार और कुछ अन्य बिजली की कल पेचें थीं।

डा० डनिंग और डा० फरमी ने इस प्रयोग की पूरी योजना बना ली
उन्होंने केवल यह तह नहीं किया था कि यूरेनियम के किस मिश्रण
इस्तेमाल किया जाए। इस विषय पर सोचते हुए डा० डनिंग अपने निव
स्थान पर अपनी पत्नी के साथ भोजन करने के लिए गये। उनका निवासस्
प्रयोगशाला के बहुत ही पास था।

वह रात, जबकि डा० डनिंग भोजन के बाद अपनी प्रयोगशाला को वा
ये, काफी ठंडी थी और तेज हवा चल रही थी। उन्होंने इस प्रयोग
रेनि. म्राक्साइड के टुकड़े का इस्तेमाल करने का निश्चय किया। प्रयो

शाला में उनके साथ कोलम्बिया विश्वविद्यालय के भौतिक विज्ञान विभाग के डा० यूजेन टी० बूथ और वांडरबिल्ट यूनीवर्सिटी के डा० एफ० जी० स्लैंक थे। तीनों ने मशीन के विभिन्न भागों—खड, रेडियो सेट और टेलीविजन सेट—का परीक्षण किया। साधारण भाषा में कहा जाय तो मशीन में ये चीजें थीं—रेडियो एक्टिव रेडियम—बेरीलियम के मिश्रण को रखने के लिए एक ग्राहक (होल्डर), यूरेनियम आक्साइड के लिए एक छोटा-सा कक्ष, एक वर्धक (एम्पलीफायर), और एक पर्दा जिस पर यूरेनियम कक्ष की क्रियाएँ रेखाओं के रूप में अंकित होती हैं।

तैराकी की प्रतियोगिता शुरू होते समय या स्कूल में पहले दिन जो एक उत्तेजना-सी महसूस होती है, वैसा ही कुछ अनुभव इन तीन वैज्ञानिकों को भी हो रहा था। बहुतों को यह काम बड़ा अरुचिकर तथा परेशानी पैदा करने वाला मालूम होता। किन्तु सन् १९३९ में इन भौतिक-शास्त्रियों को यह बड़ा ही उत्तेजनाजनक प्रतीत होता था—उसी प्रकार जैसे कि यदि आप तीन टीन के टुकड़ों और सतरों से एक डिब्बे से शून्य में यात्रा करने वाला वायुयान बना लें तो आपको बेहद उत्तेजना महसूस होगी। दूसरे बहुत से वैज्ञानिकों की तरह इन वैज्ञानिकों ने भी काफी अरसे तक परमाणु का अध्ययन किया था और यह जानते थे कि यदि किसी प्रकार परमाणु को अलग निकाला जा सके अर्थात् उसका विखंडन किया जा सके तो एक बहुत बड़ी शक्ति—इतनी बड़ी शक्ति कि पहले पैदा हुई किसी भी शक्ति से कई गुना अधिक—मुक्त हो सकेगी।

यद्यपि दुनिया के कई बड़े-बड़े वैज्ञानिक अनुसंधान संयोगवश ही हो गये हैं (आपको याद है किस प्रकार गुडइयर से धोखे से कच्ची रबर का टुकड़ा गर्म स्टोव में गिर पड़ा था और उसके फलस्वरूप रबर का उद्योग शुरू हो गया था) किन्तु इस प्रयोग से एक निश्चित परिणाम की आशा की जाती थी। डा० डनिंग, बूथ और स्लैंक काफी परेशानी में थे।

आप कल्पना कीजिए जमीन के नीचे एक कमरे की जिसमें विभिन्न प्रकार के उपकरण (ऐपरेटस) भरे हुए हैं। लम्बे, सफेद रंग के कोट पहने हुए दो व्यक्ति (डा० डनिंग भूरे कोट में) टेलीविजन सरीखी दिखाई देने वाली मशीन

के तारों को बार-बार जांच रहे हैं। डा० डनिंग एक छोटा, चपटा पतर (डिस्क) लेते हैं, जो आधे डालर के बराबर किन्तु टीन की पर्त के बराबर पतला है—और उसे पैराफीन के टुकडो के काफी भीतर एक धातु के बर्तन में रख देते हैं। दूसरे पैराफीन के खंड वे (टुकड़े) प्रवेश मार्ग में सावधानी के साथ रख देते हैं। फिर, यूरेनियम के पास जो खंड हैं, उनके द्वार पर एक लम्बी धातु की छड़ पर रख कर एक जस्ते के बर्तन को जमा दिया जाता है। इस बर्तन में, जिसका आकार एक टमाटर के सूप के बर्तन के बराबर है, रेडियम का एक रेडियो एक्टिव मिश्रण है जिससे लगातार ऐसी किरणें निकलती रहती हैं जो मनुष्य के लिए हानिकारक हो सकती हैं। इसीलिए लम्बी धातु की छड़ का इस्तेमाल किया जाता है।

डा० डनिंग एम्प्लीफायर और आसिलोस्कोप या टलीविज़न के पर्दे को खोल देते हैं। तीनों आदमियों को यह उम्मीद है कि प्रयोग असफल रहेगा पर्दे के बीच में एक तेज हरे रंग की लहराती हुई रेखा है जो गोले में एक ओर से दूसरी ओर तक जाती है। पर्दे के दूसरे हिस्सों में इधर उधर दूसरी छोटी छोटी हरी रेखाएँ हैं, जो यूरेनियम की साधारण रेडियो एक्टिव लहरों से पैदा हुई हैं। रेखाएँ तो यहीं हैं, किन्तु इसस कोई खास बात नही हुई। अब, लम्बी धातु की छड़ के अन्त में जो जस्ते का बर्तन है, उसे हिला डुला कर डा० डनिंग सही जगह पर कर देते हैं। वैज्ञानिक आश्चर्य चकित रह जाते हैं। पर्दे पर पहले बनी रेखाओं के सिवाय कुछ और रेखाएँ आ जाती हैं, ये लम्बी, ऊपर नीचे (ऊर्ध्वाधर), हरे रंग की रेखी (स्ट्रीक) होती हैं। ये रेखी बहुत अधि चमकदार होती हैं और भैविम दृश्य (पूरी डायमेंशनल एफेक्ट) प्रस्तुत करत [illegible]

मशीन पर महीनो काम किया है," डा० बूथ कहते हैं, "आप जानते हैं कि मशीन बिल्कुल ठीक है।" वे रेडियम-बेरीलियम और यूरेनियम के बीच में एक धातु की तश्तरी रखते हैं। लम्बी रेखाओं का आना रुक जाता है। वे तश्तरी को हटा देते हैं। तेज हरे रंग की रेखाएँ फिर आने लगती हैं। ६ बजे रात वे तीनो वैज्ञानिक इस निश्चय पर पहुँचते हैं कि परमाण्विक शक्ति का मुक्त होना एक निश्चित तथ्य है। तब भी वे तय करते हैं कि इस प्रयोग के परिणामों को उस समय तक प्रकट न किया जाय जब तक कि डा० फरमी तथा कोलम्बिया विश्वविद्यालय के इंजीनियरी और विज्ञान विभाग के अन्य लोग इसकी जांच और परीक्षण न कर लें। आप यह स्मरण रखें कि देश में और भी दूसरे वैज्ञानिक थे जो कि इस प्रश्न का अध्ययन तथा इस पर प्रयोग कर रहे थे।

डा० डनिंग अपने दफ्तर में जाते हैं और वे यह हिसाब लगाना प्रारम्भ करते हैं कि जब यूरेनियम का विखण्डन किया जाता है तो कितने परिमाण में शक्ति पैदा होती है। और, वे एक बड़े ही आश्चर्यजनक परिणाम पर पहुँचते हैं। वैज्ञानिकों ने उस रात, १२०० लाख एलेक्ट्रोन वोल्ट और २००० लाख एलेक्ट्रोन वोल्ट के बल वाली मुक्त शक्ति का प्रमाण पाया। जब गैसोलीन विस्फोटित होता है या जलता है तो उससे १ से ५ एलेक्ट्रोन वोल्ट शक्ति मुक्त होती है। डा० डनिंग ने अपनी पेंसिल रख दी, अपना कोट और हैट सम्भाला, अपने कमरे की रोशनी बन्द की और सुनसान, चक्करदार सड़क पर, गम्भीरता-पूर्वक अपने घर की ओर चल दिए।

अब हम देखेंगे कि मोटे तौर पर उस रात प्रयोग में क्या हुआ। हम जानते हैं कि रेडियम रेडियो एक्टिव होता है। इससे अल्फा कण निकलते हैं। रेडियम के अल्फा कणों ने बेरीलियम पर बमबाजी की जिससे साधारण कार्बन और तीव्र गति वाली न्यूट्रोन की गोलियाँ पैदा हुईं। मशीन में एक सेकिंड में करीब एक करोड़ न्यूट्रोन पैदा हुए जो चारो तरफ फैल गये। किन्तु इन न्यूट्रोनों की गति इतनी अधिक थी कि पास में रखे हुए यूरेनियम के परमाणु इसको पकड़ न सकते थे, इसलिए न्यूट्रोनों की गति मंद करनी पड़ी। यह कार्य पैराफीन के

सण्डो द्वारा किया गया। न्यूट्रोनों की गति कम कर दी गई जिससे कि जब
यूरेनियम के मिश्रण के पास पहुँचे तो उन्होंने यूरेनियम परमाणुओं पर चोट
और उन्हें विसण्डित किया। इस विसण्डन के फलस्वरूप बेरियम, बीटा
गामा किरणें, अतिरिक्त न्यूट्रोन और विशाल परिमाण में शक्ति पैदा हुई

इस परमाण्विक विस्फोट का असर धातु की प्लेट पर पड़ा और जो शक्ति
मुक्त हुई वह ओससिलोस्कोप या टलीविजन के पर्दे पर लम्बी ऊपर-नीचे
रेखाओं द्वारा प्रकट हुई।

कोलम्बिया विश्वविद्यालय में किए गये प्रयोग से यह सिद्ध हो गया कि
यूरेनियम परमाणु को विसण्डित किया जा सकता है और उससे बहुत अधिक
शक्ति पैदा होती है। इस प्रयोग के बाद देश के विभिन्न भागों में इस विषय
पर कई अनुसंधान किए जाने लगे। कोलम्बिया में जो प्रयोग किए जाते रहे
नोबुल पुरस्कार विजेता डा० हैराल्ड सी० उरे और कोलम्बिया के विज्ञान
विभागों के प्रबन्धक डा० जार्ज पेग्राम के निर्देशन में हुए। इन्ही को बाद में
प्रसिद्ध "मैनहटन डिस्ट्रिक्ट प्रोजेक्ट" का नाम दिया गया।

परमाणु और उसके न्यूक्लिअस की रचना के सम्बन्ध में वैज्ञानिकों और
इंजीनियरों के दो दलों ने दो विभिन्न रीतियों से शोध-कार्य करना प्रारम्भ
कर दिया।

डा० डनिंग और बूथ यह जानते थे कि यूरेनियम परमाणु दो विभिन्न
प्रकार के हैं जिनको अलग-अलग करना अत्यन्त कठिन है, इसलिए दोनों ने यह
पता लगाने का निश्चय किया कि कौन-सा यूरेनियम परमाणु अधिक आसानी
के साथ विखण्डित किया जा सकता है। वे यह जानते थे यूरेनियम परमाणु
यू २३५, यू २३८ की अपेक्षा १४० गुना बहुतायत में है। यह बताने के लिए
कि कौन-सा अधिक आसानी से विखण्डित किया जा सकता है, उनके पास दोनों
मात्रा में होने चाहिए थे। मिनेसोटा विश्वविद्यालय के डा० ए० ओ० नायर
सहायता के लिए आगे आए और उन्होंने घनीभूत यूरेनियम परमाणु
को एक ग्राम के १० लाखवें हिस्से के बराबर पैदा करने में सफलता
इस, बड़ी मुश्किल से पाये जाने वाले यू २३५ के अत्यंत सूक्ष्म परिमाण

कों डनिग और बूथ ने जांच की और वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि इसको आसानी से विखंडित किया जा सकता है।

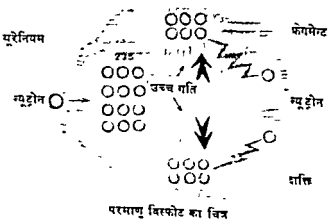
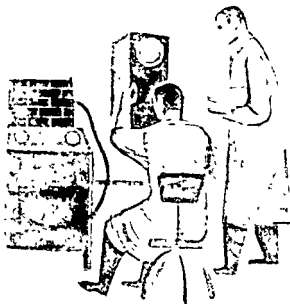
जब कोलम्बिया के डा० डनिग और बूथ को यह निश्चय हो गया कि उन्हें वास्तव में यू २३५ की ही आवश्यकता है तो फिर वे यह सोचने लगे कि किस प्रकार, सब से अच्छे तरीके से यू २३५ का निर्माण किया जा सकता है। समस्या यह थी कि यू २३५ कुछ अधिक मात्रा में मिलना चाहिए था। यदि १ ग्राम का दस लाखवा हिस्सा बनाने में डा० नायर को एक वर्ष लग गया तो फिर यकायक काफी, या समझ लीजिए कि आधा सेर, यू २३५ बना पाने की आशा तो बहुत कम ही थी।

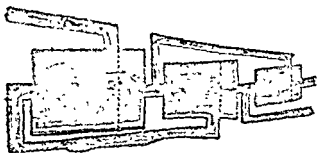
एक वैज्ञानिक ने हिसाब लगा कर बताया कि काफी शुद्ध १ सेर यूरेनियम २३५ बनाने में ६० हजार वर्ष लग जाएंगे।

कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय में डा० अरनेस्ट ओ लारेंस के साथ काम करने वाले वैज्ञानिकों के एक दल ने सन् १९४१ के अन्त में इस प्रश्न का उत्तर खोज निकाला। उन्होंने यह पता लगाया कि यू २३८ जब न्यूट्रोन का अवशोषण (अवशोषण) करता है, तो वह यूरेनियम से कुछ भिन्न पदार्थ बन जाता है, एक नया पदार्थ बन जाता है। इसका अनुसंधान करने वाले डा० मैकमिलन और डा० सीबोर्ग ने इसे प्लुटोनियम नाम दिया। प्लुटोनियम को विखंडित करना भी इतना ही आसान था जितना यू २३५ का और इसके साथ एक विशेष सुविधा यह थी कि साधारण रासायनिक तरीकों से इसे आसानी से यू २३८ से अलग किया जा सकता था। इसलिए सन् १९४२ में कैलीफोर्निया के दल ने यह सोचना शुरू किया कि अधिक परिमाण में प्लुटोनियम का उत्पादन किस प्रकार किया जाए। इस अनुसन्धान के फलस्वरूप बाद में प्लुटोनियम का उत्पादन करने के लिए हॉनफोर्ड, वाशिंगटन, में एक प्लांट लगाया गया।

यद्यपि यू २३५ के उत्पादन का कई अलग-अलग संभव रीतियों थीं किन्तु डनिग-बूथ दल ने, कई बाधाओं और संदेहों के होते हुए भी, गैसों के विसरण (डिफ्यूज़न) के तरीके से, यू २३८ के अधिक परिमाण से यू २३५ को

अन्य मात्रा निकालने का निश्चय किया। जैसा इसके नाम से स्पष्ट है, इसमें यूरेनियम धातु को पहले गैस में बदल दिया जाता था फिर उसे [illegible] में पैदा कर यू २३५ के कण चुन लिए जाते थे। फ्लोरिन नाम की गैस जिसका उपयोग दाँतों की रक्षा करने के लिए दाँतों के डाक्टर प्रयोग करते हैं यूरेनियम के साथ मिलकर यूरेनियम हेक्सा फ्लूराइड बनाती है। यह शक्तिशाली गैस होती है और कांच को पार करके बाहर निकल जाती है। इसलिए इसको किसी वस्तु के अन्दर रखने का प्रश्न भारी बना था। किन्तु इस समस्या को भी हल कर लिया गया।

गैस रूप में यूरेनियम और फ्लोरिन को दबाव के साथ एक टंकी के एक सिरे में पम्पों द्वारा डाला जाता है। इस टंकी को एक छिद्र वाली, चलनी की तरह, एक दीवाल से विभाजित किया जाता है। इसमें करोड़ों छेद होते हैं और प्रत्येक छेद एक इंच व्यास के करोड़वें भाग के बराबर होता है। यू २३५ के मालीक्यूल (यूरेनियम के परमाणु और फ्लोरिन का मिश्रण) वजन में थोड़े हलके होते हैं इसलिए यू २३८ के मालीक्यूलों की अपेक्षा अधिक तेजी से चलते हैं। यू २३५ के मालीक्यूल जितने ही अधिक हलके होंगे, उतने ही अधिक आसानी से वे चलनी सरीखी दीवाल के छिद्रों से तेजी से पार हो सकेंगे। जो गैस इस प्रकार छेदों को पार करके टंकी दूसरी ओर चली जाती है उसमें यू २३८ की अपेक्षा यू २३५ अधिक होते हैं क्यों यू २३५ अधिक आसानी और तेजी से दीवाल के पार चले जाते हैं। गैस को फिर एक दूसरी दीवाल के पार भेजा जाता है और इस दीवाल में भी अत्यंत छोटे-छोटे छिद्र होते हैं, इसलिए अब यू २३५ की संख्या पहले से और भी अधिक हो जाती है। यदि इसी प्रकार गेस को और कई टंकियों में से निकाला जाय तो अन्त में हेक्सा फ्लोराइड गैस में अधिकांश संख्या यू २३५ की ही होती है। इस लम्बी क्रिया के पश्चात् यूरेनियम २३५ को एक बार फिर फ्लोरिन से अलग किया जा सकता है और इस सबका परिणाम यह होता है कि यू २३५ को आसानी से विखंडित किया जा सकता है और इससे फिर परमाणु बम बनाया जा सकता है या किसी पावरप्लांट को चलाने के लिए [illegible] की जा सकती है।

परमाणु विस्फोट का चित्र

कोलम्बिया विश्वविद्यालय दल ने अपनी प्रयोगशाला में एक प (टेबलटाप) पर १२ व्यवधानों वाला गैसीय अवशोषक प्लांट बनाया। बाद टेनेसीस के ओकरिज स्थान में कई एकड़ जमीन को घेर कर जो गैसीय अव शोषक प्लांट बनाया गया, यह प्लांट (प्रयोगशाला में बना हुआ) उसका पूर्व गामी प्लांट (पायलेट प्लाट) बन गया। ओकरिज का यह प्लांट अब एक ग्र

गैसीय शोषण क्रिया में यू २३५ के कण बाधकों से पार हो जाते हैं किन्तु भारी वजन वाले यू २३८ रुक जाते हैं।

का १० करोड़वां हिस्सा नहीं बल्कि कई सेर यू २३५ उत्पादित करत इंजीनियरिंग चातुर्य का यह महान् आश्चर्यजनक उदाहरण था। यह मैनहाटन डिस्ट्रिक्ट प्रोजेक्ट में काम करने वाले वैज्ञानिकों के प्रयोगश अन्वेषणों पर आधारित था।

: ५ :

परमाणु भट्टी

वैज्ञानिकों का एक दल यूरेनियम २३५ का उत्पादन प्रयत्नशील था, उसी समय डा० एनरिको फ़रमी के निर्दे का दूसरा दल परमाणु ...

द्वारा एक परमाणु-भट्टार में यूरेनियम के परमाणु की आत्म निर्भर क्रिया-शृंखला उत्पन्न करने का प्रयत्न किया जा रहा था। यही इसका सर्वप्रथम उद्देश्य था। जब यू २३५ से टकरा कर, न्यूट्रोन न्यूक्लियसों को विखंडित करके शक्ति पैदा करते थे तो दूसरे न्यूट्रोन यूरेनियम २३८ से टकरा कर प्लूटोनियम उत्पन्न करते थे, जो कि उतनी ही आसानी से विखंडित किया जा सकता था, जितनी आसानी से यू २३५। इस प्रकार साथ ही साथ इस उद्देश्य की सिद्धि भी की जा सकती थी।

डा० फरमी के दल में डा० लियो जिलार्ड, डा० वाल्टर एच० जिन, हरबर्ट एल० ऐंडरसन तथा कई अन्य थे।

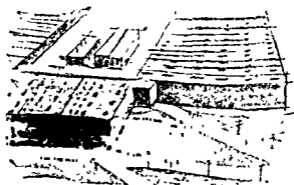
१९४१ की गर्मी की ऋतु में कोलम्बिया विश्वविद्यालय में एक बार फिर फरमी जिलार्ड दल ने ग्रेफाइट और यूरेनियम का एक बड़ा परीक्षण भट्टार निर्मित किया। किन्तु इस बार यह उसी भवन की ७ वी मंजिल में था जहां कि गैसीय अवशोषक क्रिया पर अनुसंधान किया जा रहा था। जब यह उस प्रयोगशाला के लिए बहुत बड़ा हो गया जिसमें कि वह शुरू किया गया था तब वह विश्वविद्यालय के क्षेत्र में एक दूसरी इमारत में लाया गया, यहां काफी अधिक स्थान था। यह सर्व-प्रथम परमाणु-भट्टी थी और तब से आज तक जितने परमाण्वीय रिएक्टर बने हैं, उन सब के लिए यह आदर्श है।

यह आप स्मरण रखें कि सन् १९४० तक, यूरेनियम के परमाणु को विखंडित करने के जितने प्रयोग किए गये, वे सभी यूरेनियम के अत्यंत सूक्ष्म परिमाण से ही किए गये थे। संसार का प्राय प्रत्येक वैज्ञानिक यह जानता था कि ऐसा किया जा सकता है और वह यह भी जानता था कि इस विखंडन से महा शक्ति उद्भूत होती है।

डा० एनरिको फरमी तथा मैनहट्टन डिस्ट्रिक्ट प्रोजेक्ट में काम करने वाले अन्य वैज्ञानिकों और इंजीनियरों ने यह संभावना देखी कि एक परमाण्विक भट्टी का निर्माण किया जा सकता है जिसमें क्रिया-शृंखला सम्भव हो सकेगी।

क्रिया-शृंखला को इस प्रकार समझाया जा सकता है। यदि आप एक मेज पर पिरामिड की शक्ल में कई चूहेदान रखें तो इसका कुछ अनुमान हो सकता

लेबारट्री का नक्शा

है। एक से शुरू कीजिए, फिर दो, फिर चार, फिर ग्राठ, फिर सोलह, फिर बत्तीस ग्रौर इसी प्रकार ग्रागे करते जाइए। ग्रब समझ लीजिए कि पहला चूहेदान यूरेनियम का एक परमाणु है। यह विखंडित होकर दो न्यूट्रोन छोड़ता

ओकरिज, टेनेसी में यू २३५ के उत्पादन के लिये प्रयोगशाला का माडल (ऊपर) और उसके आधार पर बना प्लांट (नीचे)

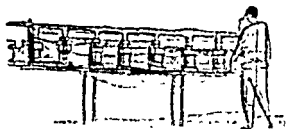
ो दूसरे दो परमाणुओं से टकराते हैं ग्रौर प्रत्येक दो न्यूट्रोन मुक्त करता यह ये चार ग्राठ परमाणुओं से टकराते हैं। इस प्रकार, इस क्रिया- ला में, करीब-करीब एक साथ पूरे चूहेदान खट-खट बन्द होने जाते हैं।

यूरेनियम में तो सब का सब एक सेकेंड के दस लाखवें हिस्से में सबके सब विखंडित होने लगते हैं। और इनसे महा विस्फोट होता है। परमाणु बम में इसी प्रकार की अनियंत्रित क्रियाशृङ्खला होती है।

यदि बम की दृष्टि से देखा जाए तो एक पौंड (आधा सेर) यूरेनियम जो विस्फोटक शक्ति पैदा करता है वह २०,००० टन टी० एन० टी० के विस्फोट के बराबर होती है। यदि इसी महाशक्ति को धीरे-धीरे मुक्त किया जा सके तो एक पाउंड यूरेनियम से इतनी शक्ति पैदा होगी जो कि १ करोड़ २० लाख किलोवाट के बराबर होगी। इससे १ दिन तक पूरे न्यूयार्क नगर को बिजली दी जा सकती है, या न्यू इंग्लैंड के सभी घरों को एक रात तक के लिए प्रकाश पहुँचाया जा सकता है।

यह मालूम किया जा चुका है कि यूरेनियम को विखंडित करके नियंत्रित क्रिया-शृङ्खला पैदा करने के लिए अत्यधिक शुद्ध यूरेनियम को इस्तेमाल करने की आवश्यकता है। यह यूरेनियम न्यूट्रोन की एक बड़ी तेज लहर छोड़ता है। ये इतने तेज होते हैं कि उनमें से बहुत कम दूसरे यूरेनियम परमाणुओं के न्यूक्लियसों से टकरा पाते हैं और इसलिए लगातार क्रिया नहीं हो पाती। इस लिए न्यूट्रोनों की गति धीमी करने, या उन्हें दौड़ाने की नहीं बल्कि चलाने की जरूरत होती है, जिससे वे दूसरे यूरेनियम परमाणुओं द्वारा आसानी से पकड़े जा सकें और उन्हें विखंडित कर सकें और इस प्रकार क्रिया-शृङ्खला की गति धीरे-धीरे ही जारी रखें। न्यूट्रोन कुछ उच्छृङ्खल और स्वतंत्र प्रकृति के होते हैं। उनमें बहुत अधिक गति होती है और एक बार मुक्त हो जाने पर कहीं भी जा सकते हैं किन्तु यूरेनियम के परमाणु में वे तब तक नहीं जायेंगे जब तक कि उनकी गति कम न की जाएगी।

कुछ ऐसे पदार्थ हैं—जैसे हेलियम और कार्बन—जो यूरेनियम न्यूट्रोन की गति कम कर देते हैं। कोलम्बिया दल ने कार्बन के उपयोग का निश्चय किया क्योंकि काफी अधिक परिमाण और शुद्ध रूप में पैदा करने के लिए यह सब से सरल पदार्थ है। यह भी निश्चित किया गया कि यूरेनियम के कणों को कुछ स्थान छोड़-छोड़ कर कार्बन कणों के बीच में रखा जाएगा जिससे कि

लेबारट्री का नक्शा

है। एक से शुरू कीजिए, फिर दो, फिर चार, फिर आठ, फिर सोलह, फि
बत्तीस और इसी प्रकार आगे करते जाइए। अब समझ लीजिए कि पहल
चूहेदान यूरेनियम का एक परमाणु है। यह विखंडित होकर दो न्यूट्रोन छो

परमाण्वीय आग में भी कारबन और यूरेनियम की राशि पूर्णत ठीक आकार की होनी चाहिए अन्यथा जब आप दियासलाई लगाएंगे तो यह ठीक से नही जलेगी। परमाण्वीय आग की दियासलाई एक न्यूट्रोन है।

जब वैज्ञानिको ने अतत यह निश्चय कर लिया कि परमाण्वीय राशि बनाने के लिए क्या आवश्यक है तब उन्होने कुछ वास्तविक या अधिक महत्वपूर्ण प्रश्नो पर विचार करना प्रारभ कर दिया।

अब तक हमने यह देखा है कि समूचे संसार में शुद्ध यूरेनियम धातु कुछ ग्राम (कुछ तोले) ही मिलेगा। रिएक्टर बनाने के लिए कई सौ सेर यूरेनियम की आवश्यक्ता थी। इसके सिवा मनो शुद्ध कार्बन की भी आवश्यकता थी।

कार्बन तो काफी शुद्धता के साथ बनाया जा सकता था। किन्तु सबसे बडी समस्या थी यूरेनियम के बनाने की किन्तु धीरे-धीरे इस समस्या का भी हल निकल आया।

कोलबिया की एक प्रयोगशाला में यूरेनियम और कार्बन की ठीक-ठीक राशि का आकार और परिमाण ढूंढने के लिए कार्य शुरू हो गया। चूंकि राशि के लिए कठिनाई से बन सकने वाले यू २३५ की जरूरत न थी, बल्कि जरूरत थी उस शुद्ध यूरेनियम धातु की जिसमें यू २३५ और यू २३८ दोनो हों, इसलिए इस काम के लिए काफी यूरेनियम धातु का शुद्धिकरण कर लिया गया था। एक खंड के ऊपर दूसरे खड को रखते हुए, इस प्रकार मैनहाटन डिस्ट्रिक्ट दल ने इतना जमा किया कि वह छत छूने लगा। यह महसूस किया जाने लगा कि अब बडी राशि को एकत्र करने के लिए अधिक बडे कमरे की आवश्यकता है। यदि बहुत अधिक न्यूट्रोन निकल भागे तो फिर क्रिया शृखला नही होगी।

सुरक्षा की दृष्टि से तथा अधिक स्थान की आवश्यकता के कारण पूरा दल अब अपने साज-सामान के शिकागो, इलिनाय, को चला गया और साथ में सभी यूरेनियम और कार्बन भी। वहाँ उन्होने स्टैगफील्ड में अपना डेरा जमाया। यह मैदान (फील्ड) सन् १९३९ तक शिकागो विश्वविद्यालय के फुटबाल का मैदान था। इसमें एक बडा कक्ष (कोर्ट) था, जहाँ इन्होने अपना कार्य शुरू किया। यह कक्ष ३० फीट चौडा, ३० फीट ऊँचा और ६० फीट लम्बा था।

परमाणवीय ढाल के की आकार और यूरेनियम की राशि पूर्णत ठीक प्रकार की होनी चाहिए, अन्यथा यह ढाल क्रियाशील नहीं होगी यदि नापने में यह ठीक से नहीं होगी। परमाणवीय ढाल की क्रियाशीलता एक न्यूट्रॉन है।

अब वैज्ञानिकों ने इतना तो निश्चय कर लिया कि परमाणवीय राशि बनाने के लिए क्या आवश्यक है तब उन्होंने कुछ वास्तविक या अधिक महत्व-पूर्ण प्रश्नों पर विचार करना प्रारम्भ कर दिया।

यह सब हमने यह देखा है कि सबसे पहले बाजार में शुद्ध यूरेनियम धातु कुछ ग्राम (कुछ औंस) ही मिलेगा। सिलेण्डर बनाने के लिए कई सौ सेर यूरेनियम की आवश्यकता थी। इसके सिवा मनों शुद्ध कार्बन की भी आवश्यकता थी।

कार्बन तो काफी शुद्धता के साथ बनाया जा सकता था। किन्तु सबसे बड़ी समस्या थी यूरेनियम के बनाने की किन्तु धीरे-धीरे इस समस्या का भी हल निकल आया।

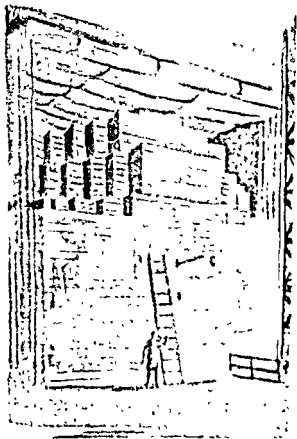
कोलम्बिया की एक प्रयोगशाला में यूरेनियम और कार्बन की ठीक-ठीक राशि का आकार और परिमाण ढूंढने के लिए कार्य शुरू हो गया। चूंकि राशि के लिए कठिनाई से बन सकने वाले यू २३५ की जरूरत न थी, बल्कि जरूरत थी उस शुद्ध यूरेनियम धातु की जिसमें यू २३५ और यू २३८ दोनों हों, इसलिए इस काम के लिए काफी यूरेनियम धातु का शुद्धिकरण कर लिया गया था। एक खंड के ऊपर दूसरे खंड को रखते हुए, इस प्रकार मैनहाटन डिस्ट्रिक्ट दल ने इतना जमा किया कि वह छत छूने लगा। यह महसूस किया जाने लगा कि अब बड़ी राशि को एकत्र करने के लिए अधिक बड़े कमरे की आवश्यकता है। यदि बहुत अधिक न्यूट्रोन निकल भागे तो फिर क्रिया शृंखला नहीं होती।

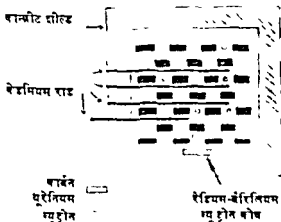
सुरक्षा की दृष्टि से तथा अधिक स्थान की आवश्यकता के कारण पूरा दल सब अपने साज-सामान के शिकागो, इलिनास, को चला गया और साथ में सभी यूरेनियम और कार्बन भी। वहाँ उन्होंने स्टैगफील्ड में अपना डेरा जमाया। यह मैदान (फील्ड) सन् १६३६ तक शिकागो विश्वविद्यालय के फुट-बाल का मैदान था। इसमें एक बड़ा कक्ष (कोर्ट) था, जहाँ इन्होंने अपना कार्य शुरू किया। यह कक्ष ३० फीट चौड़ा, ३० फीट ऊँचा और ६० फीट लम्बा था।

वैज्ञानिकों ने कोलम्बिया में कई छोटी-छोटी राशियाँ बनाई थीं, और उन्होंने अब तक यह मालूम कर लिया था कि क्रिया-शृंखला पाने के लिए कितनी बड़ी राशि की जरूरत है। उन्होंने इस बड़ी राशि का धीरे-धीरे और सावधानी पूर्वक ही निर्माण किया। कार्बन के कारण उनका शरीर इस प्रकार काला हो जाता था कि प्राय: वे ऐसे दिखते थे जैसे कि कोयले की खान में काम करने वाला कोई आदमी हो।

एक महत्वपूर्ण बात यह थी कि इस परमाण्विक राशि को नियन्त्रण के बाहर न होने दिया जाए। यदि कहीं यह नियन्त्रण से बाहर चला गया तो फिर सभी स्थानों में एक भीषण विस्फोट होगा या फिर समूचा स्थान इस प्रकार रेडियम-धर्मी हो जाएगा कि मीलों तक जीवन का कोई चिन्ह नजर नहीं आएगा। यद्यपि वैज्ञानिकों ने सभी सावधानियाँ बरत ली थीं; किन्तु यह खतरा तो बना ही हुआ था। समय-समय पर इस तरह की कहानियाँ कही और सुनी जाती थीं कि किस प्रकार क्रिया-शृंखला शुरू हो सकती है और उससे वास्तव में पूरी जमीन ही उड़ सकती है। यद्यपि बात इतनी अधिक नहीं थी जितनी कि कही जाती है किन्तु तब भी इस परमाण्विक राशि पर काम करने वालों के दिल में डर जरूर था और अकसर वे इस बारे में सोचा करते थे।

क्योंकि यह सब काम बड़ी शीघ्रता से किया गया जिस प्रकार कोई अत्यावश्यक कार्य किया जाता है, इसलिए वैज्ञानिकों के पास इसका समय न था कि वे इसकी पूर्ण योजना या भवन-निर्माण का खाका आदि बनाते। उन्होंने यह तय पाया कि राशि करीब-करीब एक गेंद की तरह होगी जिसका व्यास २६ फीट होगा। लकड़ी के तख्तों के ऊपर इसको जमाया गया। यूरेनियम और कार्बन की यह असाधारण राशि केवल ६ हफ्तों में तैयार कर ली गई।

यद्यपि कार्बन के कारण, एक परमाणु से दूसरे परमाणु में जाने की न्यूट्रोन की गति मंद पड़ जाती है। किन्तु कैडमियम नाम की धातु न्यूट्रोन का अव... कर लेती है। इसलिए सावधानी की दृष्टि से, यह सोचकर कि कहीं गलत न हो गया हो और ज़रा-सी गलती का भयंकर परिणाम हो

पहुँच गया, जब अवस्थित हो गया। जब भी छड़ को थोड़ा बाहर खींचा जाता था, यही क्रिया होती थी अर्थात् यन्त्र जोरों से काम करने लगता था। अब तक, जो कुछ डा० फरमी ने अनुमानित किया था, वह बिल्कुल सही उतर रहा था। इस तरह सवेरे का पूरा समय इसी सावधानी पूर्ण क्रिया में लग गया। यद्यपि वैज्ञानिक लोग बहुत ही अधिक उत्तेजित थे किन्तु तब भी वे दोपहर के भोजन के लिए गये।

भोजन के बाद, वे फिर अपने काम पर आ गये और छड़ को बाहर निकालने का काम प्रारंभ कर दिया। बाद में वह छड़ इतनी हद तक बाहर आ गई कि डा० फरमी ने सोचा कि अब इसके बाद परमाण्वीय राशि में क्रिया शृंखला खुदबखुद शुरू हो जाएगी। ठीक ३ बज कर २५ मिनट पर

(सेल्फ सस्टेंड रिएक्शन) राशि में क्रिया शुरू हो गई और परमाण्वीय भट्टी लगातार चलने लगी। रेडिएशन बड़ी तीव्रता से ३ बज कर ५३ मिनट तक बढ़ता रहा, इसके बाद क्रिया रोकने के लिए डा० फरमी ने कैडमियम छड़ को पूरा अन्दर में डाल दिया।

वैज्ञानिकों ने आखिर इस काम को कर ही लिया। उन्होंने एक पूर्ण स्व-

निर्भर क्रिया-शृंखला पैदा कर दी जो कि यूरेनियम के विगंडन के फलस्वरूप उष्णता पैदा करती थी। डा० यूजेन पी० विगनर ने अपने माथे से पसीना पोंछा और एक हल्की शराब की बोतल निकाली। डा० फरमी ने कागज के बने हुए कुछ प्याले मगाए और वैज्ञानिकों के इस थके हुए दल ने 'परमाणु-युग' के स्वागत में शराब पी।

डा० ए० एच० काम्पटन ने—जो उस समय शिकागो विश्वविद्यालय के परमाणु शक्ति विभाग के अध्यक्ष थे—मसाचुसेट्स में, कैम्ब्रिज के डा० जेम्स बी० कोनाट से टेलीफोन मिलाया। डा० कोनांट नेशनल डिफेंस रिसर्च कमेटी (राष्ट्रीय सुरक्षा अन्वेस समिति) के अध्यक्ष थे। यह अत्यधिक गोपनीय वैज्ञानिक प्रगति डा० कोनांट को जिन शब्दों में बताई गई वे उतने ही महत्वपूर्ण और प्रसिद्ध हैं जितने टेलीफोन के निर्माता अलेग्जेंडर बेल के ये शब्द, "ईश्वर ने क्या किया।"

"हलो," डा० काम्पटन ने कहा "इटली का पथ-प्रदर्शक नई दुनिया में पहुँच गया है।"

"और वहाँ के निवासियों को उसने कैसा पाया?" डा० कोनाट ने कैम्ब्रिज से पूछा।

"बहुत ही मैत्रीपूर्ण," डा० काम्पटन ने उत्तर दिया।

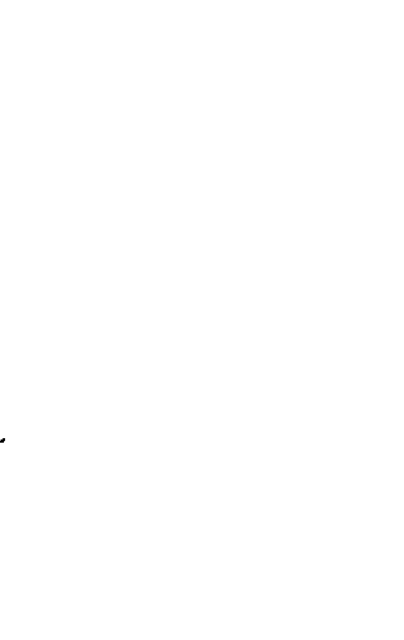
: ६ :

परमाणवीय मशीन—
परमाणु की एक झलक

पृथ्वी मंडल के बाहर आकाश में जो बहुत-सी बातें हैं उन्हें हम यहां से न देख सकते हैं और न उनका अनुभव ही कर सकते हैं किन्तु खगोल-शास्त्र हमें हमें आकाश सम्बन्ध में नई-नई बातें खोज कर बताता रहता है। परम

ज्ञानिक सूक्ष्म से सूक्ष्म वस्तुओं का अध्ययन और उनकी खोज करता रहता और हमें ऐसी-ऐसी बातें बताता रहता है जिनको समझ सकना भी बड़ा कठिन होता है। इन लोगों ने एक सूक्ष्मदर्शक यंत्र के द्वारा देखा और उन्हें मालूम हुआ कि कुछ अत्यंत छोटी-छोटी चीजें हैं। ये छोटी-छोटी चीजें और भी छोटी-छोटी चीज़ों से बनी हुई मालूम पड़ी, जिन्हें इन्होंने परमाणु का नाम दिया। फिर उन्होंने पता लगाया कि परमाणु के भी कई भाग होते हैं, जैसे न्यूक्लिअस। और फिर यह पता लगा कि न्यूक्लिअस के भी और छोटे-छोटे हिस्से होते हैं।

सूक्ष्मदर्शक-यंत्र के द्वारा हम छोटी से छोटी चीज को देख कर उसका पता लगा सकते हैं। किन्तु परमाण्विक मशीनें उन वस्तुओं का पता अप्रत्यक्ष प्रमाण द्वारा लगाती हैं जिन्हें हम देख नहीं सकते। बहुत-सी परमाण्विक मशीनें, जैसे सायक्लोट्रोन, सिनको-सायक्लोट्रोन, बीटेट्रोन, लाइनर एक्सीलरेटर और सिन्को-ट्रोन ये सभी, केवल महा सूक्ष्मदर्शक-यंत्र हैं, जिनके द्वारा वैज्ञानिक परमाणु और उनके हिस्सों के बारे में अधिक जान पाते हैं। जितना ही अधिक न्यूक्लिअस की गहराई में वे जाते हैं, उतनी ही अधिक बड़ी मशीन की उन्हें आवश्यकता होती है, जिससे कि वे अंदर देख सकें। हर बार जब बड़ी मशीन को बनाने की आवश्यकता पड़ती है तो वह इंजीनियरों के लिए एक समस्या होती है। कोलम्बिया की सिन्को-सायक्लोट्रोन मशीन—जो दुनिया की सब से बड़ी मशीनों में से एक है—के बनाने में तीन हज़ार टन इस्पात और ताम्र लगा है। लाग द्वीप पर स्थित ब्रुकहेवेन राष्ट्रीय प्रयोगशाला में जो नई सिन्क्रोट्रोन मशीन बनी है, वह यदि उसी प्रकार बनाई जाती जैसी कि कोलम्बिया में बनाई गई है, तो फिर उसमें एक नगर खड के बराबर इस्पात लगता। सौभाग्य वश उसके बनाने का एक दूसरा तरीका निकाल लिया गया।

वास्तव में ये मशीनें यह करती हैं कि वे अत्यधिक तीव्रगति से परमाणुओं के कणों को—जैसे प्रोटन को—बाहर फेंकती हैं और वह इस महागति में न्यूक्लिअस से टकरा जाता है और उसके टुकड़े-टुकड़े कर देता है। या फिर वे कणों को किसी परमाणु पर इतनी तीव्रगति से फेंकते हैं कि कण परमाणु में

द पर चोट करें और एक किनारे में रखी हुई गेंद मेज की थैली में चली ाए। दूसरे शब्दों में प्रत्येक कण परमाणु के केन्द्र पर चोट करता है और ायड्रोजन का एक न्यूक्लियस बाहर आ जाता है। यह सर्वप्रथम न्यूक्लियर ा रूप परिवर्तन था, जो वैज्ञानिकों ने देखा और इसी के फलस्वरूप ऐसी बड़ी-ड़ी मशीनें बनीं जो कि बड़ी तीव्र गति से न्यूक्लियसों पर परमाण्वीय कण दाग ाती हैं।

चूंकि प्रत्येक वस्तु परमाणुओं से ही बनी है अतएव, यदि बहुत अधिक तीव्र ति पैदा की जा सके, तो सिद्धान्त रूप से प्रत्येक वस्तु के परमाणु का विखंडन िया जा सकता है। इसीलिए बड़ी से बड़ी मशीनें बनाई गई हैं जिससे कि ोटॉनों को वह तीव्र गति दे सकें जो कि परमाणुओं के न्यूक्लियसों को टक्कर ने के लिए आवश्यक है।

आप जानते हैं कि यदि आप किसी फ्लैशलाइट बैटरी या ट्रांसफार्मर के—ैसा कि बिजली से चलने वाली गाड़ियों में होता है—दोनों सिरों में एक-एक ार लगाएं और उन्हें एक दूसरे के काफी करीब लाएं तो एक छोटी-सी चिनगारी उठती है। यह चिनगारी इसलिए उठती है कि छोटे-छोटे विद्युत् से ाविष्ठ कण एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर जाते हैं। यदि आप दो या तीन ैटरियों में तार जोड़ कर ऐसा ही करें तो चिनगारी काफी बड़ी होती है और ोनों तारों के बीच के अधिक स्थान में वह उछलती है। इस बार उन छोटे-छोटे णों में अधिक विद्युत् शक्ति थी, इसलिए वे अधिक स्थान पर उछले। यदि आप उनके बीच में अपनी उंगली रखें तो आप यह क्रिया अनुभव कर सकेंगे। अब आप कल्पना कीजिए कि एक, दो या आधी दर्जन बैटरियों के स्थान पर आप करोड़ों बैटरी इस्तेमाल में लाते हैं। अब कणों की लहरें कई इंच की दूरी तक उछलती है और वे कण अत्यधिक तीव्र गति से उछलते हैं।

अब कल्पना कीजिए कि ठीक उस स्थान पर, जहां कि धन विद्युत् कणों की लहर ऋण विद्युत् की लहर से टकराती है, आप एक पदार्थ के कुछ परमाणु रखते हैं। आपको इस समय ऐसा ही लगता है जैसे अत्यधिक शक्तिशाली मशीनगन द्वारा किसी स्थान पर गोली दागी जा रही हो। जैसे उस स्थान पर

प्रविष्ट हो जाता है और उसको दूसरा ही परमाणु बना देता है।

ये मशीनें इतनी विशाल होती हैं कि इनके सम्बन्ध में पढ़ कर हम से बहुतों को सदैव आश्चर्य होता है। हम यह जानते हैं कि परमाणु इ सूक्ष्म होता है कि कोई भी व्यक्ति इसे कभी भी प्रत्यक्ष रूप से नहीं सकेगा। किन्तु जब भी कभी हम किसी पत्र-पत्रिका में परमाणु के सम्बन्ध पढ़ते हैं और परमाणु को तोड़ने के लिए जब हम किसी महाविशाल म का चित्र देखते हैं तो उसके सम्मुख मनुष्य बहुत छोटा प्रतीत होता सायक्लोट्रोन मशीन में सैकड़ों टन इस्पात लग जाता है और कुछ मशीन तो इतना इस्पात लग जाता है कि यह एक काफी बड़ा पुल बनाने के प्रर्याप्त होगा।

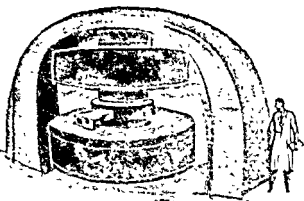
ये विशालकाय यंत्र इतने विशाल क्यों होते हैं? इङ्गलैंड के लार्ड अ रदरफोर्ड ने परमाण्वीय न्यूक्लिग्रस के सम्बन्ध में अधिक जानने के उद्देश सर्वप्रथम, स्वाभाविक रूप से रेडियो एक्टिव पदार्थों, जैसे रेडियम के अ कणों का सफलतापूर्वक उपयोग किया। उन्होंने विभिन्न पदार्थों के परमा के ऊपर रेडियम के अल्फा रेडिएशन की क्रिया की, और अल्फाकणों के उधर बिखरने के ढंग के आधार पर उन्होंने न्यूक्लिग्रस की सूक्ष्मता के स में कुछ निष्कर्ष निकाले। उसको करना बहुत ही कठिन था क्योंकि अल्फा और परमाणु के न्यूक्लिग्रस, दोनों ही घन विद्युत् आवेश वाले होते हैं भी अल्फा कणों की गति के कारण यह सम्भव हो सका कि उनमें से कुछ कुछ परमाणुओं के न्यूक्लिग्रसों से टकरा सके। किन्तु अधिकांश कण न्यू.. ग्रसों से टकरा न पाये क्योंकि ये बहुत ही छोटे थे।

सन् १६१६ में, लार्ड रदरफोर्ड ने यह पता लगाया कि जब वे नाइट्रोजन गैस से भरी एक नली में अल्फा कणों के किसी उद्गम (जिससे अल्फा कण ... हैं) को रखते हैं तो कभी-कभी एक बड़ी तीव्र गति वाला कण नाइ ... के न्यूक्लिग्रस के ऊपरी भाग से टकराता है और तब उस न्यूक्लिग्रस ... ार की, तीव्र गति वाला कण बाहर आता है। यह उसी तरह ... आप गेंद के खेल में, मेज में बहुत-सी गेंदों के बीच में रखी हुई ...

रखी हुई वस्तु मशीनगन की मार से टुकड़े-टुकड़े हो जाती है, उसी तर परमाणु भी इस परमाण्विक गोलियों की मार से टुकड़े-टुकड़े हो जाता। परमाण्विक गोलियां धन विद्युत वाले कण ही हैं जिन्हें मशीने बड़ा तीव्र गति दे दी है।

इस कार्य को करने के लिए जो सबसे पहले मशीनें बनाई गई थीं उन से एक का नाम है काकरापट-वाल्टन हाई वोल्टेज एक्सीलरेटर (मशीन) यह इंग्लैंड में बनाई गई थी जहां कि कैंब्रिज विश्वविद्यालय के दो वैज्ञानि ने एक वायुहीन नलिका बनाने में सफलता प्राप्त की थी। इस नलिका में उन्होंने ८ लाख वोल्ट भर लिए थे। उस कांच की नली में हाइड्रोजन गैस के धन विद्युत वाले कणों को भर दिया गया था और उन कणों को विद्युत के ८ लाख वोल्ट की ठोकर दी गई। फलस्वरूप ये कण नली से बड़ी तीव्रगति से निकल कर लिथियम धातु की एक वस्तु से टकरा गये। लिथियम के कुछ परमाणुओं ने हाइड्रोजन के कणों को अवशोषित कर लिया और हीलियम गैस के न्यूक्लियसों को बाहर निकाल दिया। यह उसी प्रकार से है जैसे कि फुटबाल की टीम में कोई फुलबैक (पीछे की कतार का खिलाड़ी) बीच की कतार में तेजी से गेंद ले जाए और जब उसको रोक लिया गया गेंद उसके हाथ से निकल गई—गेंद को हीलियम का न्यूक्लियस समझा सकता है।

इस 'हाई वोल्टेज एक्सीलरेटर टाइप मशीन' की ताकत बढ़ा कर वोल्टेज कर दी गई है। किन्तु वोल्टेज को बढ़ाना बड़ा ही कठिन कारण कणों की गति अधिक तीव्र नहीं की जा सकती।

और, सायक्लोट्रोन एक दूसरे ढंग पर काम करता है। इस कैलीफोर्निया के प्रोफेसर ई० ओ० लारेंस ने किया था।

सायक्लोट्रोन

सायक्लोट्रोन के नाम से ही आप समझ जाएगे कि यह कुछ गोलाकार गति सी करता होगा, उसी प्रकार जैसी कि बवण्डर (सायक्लोन) में होती है। असल में सायक्लोट्रोन एक प्रकार का मनुष्य निर्मित सायक्लोन (बवण्डर) ही है जो कि परमाणु के कणों को बार-बार चक्कर में घुमाता जाता है जिससे कि उनमें बहुत अधिक गति आ जाती है। हाईवोल्टेज एक्सीलरेटर मशीन में (जिसकी चर्चा हम अभी पहले कर रहे थे) छोटे-छोटे कणों को धक्का देकर चलाने के लिए एक बहुत ही अधिक शक्तिशाली विद्युत आवेश का इस्तेमाल किया जाता है। किन्तु सायक्लोट्रोन में कई विद्युत आवेशों का इस्तेमाल किया जाता है जो कि कम शक्ति वाले आवेश होते हैं। इसमें यह होता है कि सायक्लोट्रोन के कक्ष में कुछ प्रोटनों को रख दिया जाता है और उन्हें लगातार कई विद्युत की ठोकरें दी जाती हैं, वे तेजी से घूमते जाते हैं और अन्त में उनकी गति इतनी अधिक हो जाती है कि जहाँ वे मशीन के एक छिद्र में से बाहर निकाले गये, वे बड़ी तेजी से किसी दूसरे परमाणु के अन्दर प्रवेश कर जाते हैं।

यदि आप ने कभी "टेथर बाल" का खेल खेला हो तो आप इस क्रिया को आसानी से समझ सकते हैं। इस खेल में गेंद टेनिस की गेंद की तरह होती है और वह एक बांस के खम्भे के ऊपर एक लम्बी डोर से बंधी रहती है।

गरे प्लेट के निचले सिरे पर रेखाएं बनाते हैं। जो परमाणु सबसे ऊपर रेखाएं बनाते हैं वे वजन में सब से हल्के होते हैं। जो बीच में रेखाएं बनाते हैं, वे नसे पहले वालों की अपेक्षा ज्यादा वजन के होते हैं और जो सब से नीचे खाएँ बनाते हैं वे सब से अधिक भारी होते हैं। इससे यह ज्ञात होता है कि यौन के परमाणु भिन्न-भिन्न वजन वाले होते हैं।

जब एक कुशल निशानेबाज किसी लक्ष्य पर गोली चलाता है तो वह यह ी देखता है कि लक्ष्य की परिधि में हवा का बहाव किस तरफ है। यदि वह वा का विचार नहीं करता और यदि हवा पूर्व की ओर से चल रही है तो फिर ोली निशाने से जरा पश्चिम की ओर हट कर लगेगी। यदि वह भारी वजन ली गोली चलाता है तो फिर वह पहले वाली की तरह इतने पश्चिम की ोर हट कर न लगेगी। इस प्रकार यदि किसी बंदूक से एक ही शक्ति के साथ भिन्न-भिन्न वजनों वाली गोलियाँ चलाई जाएं तो वे निशाने के पास भिन्न-भिन्न स्थानों पर लगेंगी। अब आप चुम्बकीय क्षेत्र को हवा समझ लीजिए ोर विभिन्न वजन वाले परमाणुओं को गोली समझ लीजिए तो आपकी मझ में आ जाएगा कि मास स्पेक्ट्रोग्राफ किस प्रकार कार्य करता है।

मास स्पेक्ट्रोग्राफ तथा अन्य मशीनों के द्वारा यह जाना जा चुका है कि भी तत्वों विभिन्न वजनों के परमाणुओं का चुना हुआ संग्रह होता है। पर-माण्वीय भार किसी परमाणु के भार का मापक होता है, उसी प्रकार जैसे कि य का वजन नापने के लिए पाउंड होता है। कारबन के परमाणु का भार ० होता है। दूसरे परमाणुओं का भार ११, १२, १३, १४ आदि होता । उदाहरण के लिए, लोह के एक परमाणु का भार ५५ होता है। दूसरे ५६ और तीसरे का ५६।

कुछ दूसरी तरह के परमाणु ऐसे भी होते हैं जो कि एक ही भार को रखे-ते एक जाते हैं और वे अलग-अलग हो जाते हैं। इस प्रकार उनका वजन म हो जाता है। कभी-कभी कोई विशेष प्रकार का अस्थायी परमाणु, जैसे रेनियम का परमाणु इस प्रकार परिवर्तित हो जाता है कि वह दूसरे प्रकार ा परमाणु ही बन जाता है।

र हो सकती है और इनका पता जीगर काउंटर सरीखे यन्त्रों से चलाया जा ता है।

किरणों से फ़ोटोग्राफ़ी की फ़िल्म काली पड़ जाती है।

किरणों से गैसें उसी प्रकार विद्युत-संचालक बन सकती हैं जिस प्रकार तांबे का तार।

रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स को या दूसरे अधिक आइसोटोप्स को जब भी दूसरी वस्तु में मिश्रित किया जाता है या किसी दूसरे तत्व से संयुक्त कर या जाता है या पिघलाया जाता है तब उन सभी का व्यवहार (प्रतिक्रिया) सा ही होता है।

इन गुणों के कारण, हमारे दिन प्रति दिन के जीवन में रेडियो एक्टिव टोपोटोप्स का उपयोग कई प्रकार से किया जा सकता है। कुछ तरह के डियो एक्टिव आइसोटोप्स का उपयोग उसी प्रकार से किया जा सकता है, स प्रकार दत-चिकित्सक की दूकान पर 'एक्स रे' मशीन का उपयोग किया ता है। जिस प्रकार से 'एक्स रे' की सहायता से दत-चिकित्सक वह फ़िल्म ताता है जिस पर आप अपने दातों का बनना देख सकते हैं, इसी प्रकार मोटर के रखानों में काम करने वाला व्यक्ति रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स की सहायता मोटरों के बनने की फ़िल्म बनाकर यह जान सकता है कि कार के इस्पात दि में कोई नुक्स तो नहीं रह गया। जैसे 'एक्स रे' से आप के शरीर को ई हानि नहीं पहुँचती उसी प्रकार आइसोटोप्स से इस्पात को कोई नुकसान ी पहुँचता।

रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स के उपयोग में एक बहुत बड़ी सुविधा यह है इसे कहीं लाने ले जाने में अधिक कठिनाई नहीं होती। एक्स रे मशीन को ने ले जाने में काफ़ी परेशानी होती है। कोबाल्ट ६०, के टुकड़े को कहीं भी प आसानी से ले जा सकते हैं और उसे सकरी से सकरी जगहों, या ऐसी गहों में—जहां अन्य वस्तु न जा सकती हो—रखा जा सकता है। उदाहरणार्थ, ने के नल में या छोटे से गैसोलीन के एंजिन में भी रखा जा सकता है।

रेडियो एक्टिव वाले खन के कई लाभ हैं। इसके उपयोग का एक साधारण

र हो सकती है और इनका पता गीगर काउंटर सरीखे यंत्रों से चलाया जा सकता है।

किरणों से फोटोग्राफी की फिल्म काली पड़ जाती है।

किरणों से गैसें उसी प्रकार विद्युत-संचालक बन सकती हैं जिस प्रकार तांबे का तार।

रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स को या दूसरे अधिक आइसोटोप्स को जब किसी दूसरी वस्तु में मिश्रित किया जाता है या किसी दूसरे तत्व से संयुक्त कर दिया जाता है या पिघलाया जाता है तब उन सभी का व्यवहार (प्रतिक्रिया) एक-सा ही होता है।

इन गुणों के कारण, हमारे दिन प्रति दिन के जीवन में रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स का उपयोग कई प्रकार से किया जा सकता है। कुछ तरह के रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स का उपयोग उसी प्रकार से किया जा सकता है, जिस प्रकार दंत-चिकित्सक की दूकान पर 'एक्स रे' मशीन का उपयोग किया जाता है। जिस प्रकार से 'एक्स रे' की सहायता से दंत-चिकित्सक वह फिल्म बनाता है जिस पर आप अपने दांतों का बनना देख सकते हैं, इसी प्रकार मोटर के कारखानों में काम करने वाला व्यक्ति रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स की सहायता से मोटरों के बनने की फिल्म बनाकर यह जान सकता है कि कार के इस्पात आदि में कोई नुक्स तो नहीं रह गया। जैसे 'एक्स रे' से आप के शरीर को कोई हानि नहीं पहुँचती उसी प्रकार आइसोटोप्स से इस्पात को कोई नुकसान नहीं पहुँचता।

रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स के उपयोग में एक बहुत बड़ी सुविधा यह है कि इसे कहीं लाने ले जाने में अधिक कठिनाई नहीं होती। एक्स रे मशीन को लाने ले जाने में काफी परेशानी होती है। कोबाल्ट ६०, के टुकड़े को कहीं भी आप आसानी से ले जा सकते हैं और उसे सकरी से संकरी जगहों, या ऐसी जगहों में—जहां अन्य वस्तु न जा सकती हो—रखा जा सकता है। उदाहरणार्थ, सीसे के नल में या छोटे से गैसोलीन के एंजिन में भी रखा जा सकता है।

रेडियो एक्टिव आले खन के कई लाभ हैं। इसके उपयोग का एक साधारण

नियंत्रण करना आवश्यक होता है जिससे कि भोजन के विटामिन (जीवनीय तत्व) नष्ट न हो पाए और न ही भोजन का स्वाद खराब हो। फिर भोजन को रेफ्रीजरेटर में रखने की आवश्यकता नहीं रह जाएगी, केवल धूल से बचाने के लिए उसे अलमारी में रखना आवश्यक हो जाएगा।

जैसे-जैसे परमाणु-युग का विकास होता जाएगा वैसे-वैसे हमारे जीवन में रेडियो-एक्टिव आइसोटोप्स का महत्व अधिक बढ़ता जाएगा। इनके उपयोग में केवल एक ही कठिनाई है, और वह यह है कि इनसे निकलने वाली किरणों का उचित नियन्त्रण होना चाहिए जिससे वह मनुष्य के शरीर को हानि न पहुँचा सकें। इनका उपयोग इस प्रकार से होना चाहिए जिससे मनुष्य को रेडियो एक्टिव धूल को अपनी साँस से अंदर ले जाने का खतरा न हो, उसका शरीर रेडिएशन का शिकार न बन जाए और वह ऐसा भोजन न खाए जो किरणों के कारण आवश्यकता से अधिक रेडियो एक्टिव हो गया हो। इसी लिए यह आवश्यक है कि रेडियो एक्टिव द्रव्यों से सम्बन्ध रखने वाली प्रत्येक प्रक्रिया किसी आवरण के भीतर हो। यह आवरण कितना तथा किस प्रकार का हो, यह इस पर निर्भर करता है कि उपयोग में लाए जाने वाले आइसोटोप्स कितने परिमाण में हैं तथा कितनी शक्ति वाले हैं।

कल्पना कीजिए कि आपने कुछ थोड़े-से परिमाण में आलू के बोरों का संग्रह किया है और साधारण मात्रा में इनका रेडिएशन हो चुका है, जिससे इनके हानि पहुँचने का अंदेशा नहीं है। वास्तव में शुद्ध आलू स्वयं रेडियो एक्टिव नहीं होगी किन्तु इसकी कोई अशुद्धि, जैसे इसमें रहने वाले खनिज पदार्थ, या इसके ऊपर रहने वाली धूल या गन्दगी रेडियो एक्टिव हो सकती है। यदि आपने बहुत सारी बोरे इस प्रकार जमा कर लिए तो रेडियो एक्टिव

द्रव्य काफी समूह में हो जाएगा और वहाँ इतनी अधिक रेडियो एक्टिविटी
जाएगी कि जब तक वह स्थान सीसे के आवरण से ढका न होगा तब
वहाँ से निकलना भी कठिन होगा।

आवरण की कठिनाई काफी हद तक दूर की जा चुकी है तब भी

प्रयोगशाला में परमाणु इंजीनियर

बड़ी कठिनाई के होते हुए भी, जो रेडियो एक्टिव आइसोटोप न्यूक्लियर रिये-क्टर में न्यूट्रोनों द्वारा कुछ पदार्थों का विस्फोट करके या सायक्लोट्रौन से प्रोटोन द्वारा विस्फोट करके बनाए जाते हैं, उनका उद्योगों तथा कारखानों में अब व्यावसायिक उपयोग होने लगा है और इसके फलस्वरूप अमेरिका में करोड़ों डालर की प्रतिमास बचत हो रही है। हम जानते हैं कि ये परमाणु छोटे-छोटे रेडियो स्टेशनों की तरह काम करते हैं और इनके संदेशों का आलेख किया जा सकता है और इसके साथ ही साथ इन परमाणुओं का चिकित्सा या कृषि के क्षेत्र में हजारों तरह से उपयोग किया जा रहा है।

रेडियो एक्टिव द्रव्यों का या तो स्वयं ही, या किसी दूसरे पदार्थ, गैस या द्रव के साथ मिला कर, किसी भी धातु, द्रव या मानव शरीर में पता लगाया जा सकता है। जिस तरह बाजीगर अपने ताश के पत्ते को आसानी से पहचान लेता है, उसी प्रकार डिटेक्टिंग यन्त्र (पता लगाने वाले यन्त्र) से परमाणु का पता लगाया जा सकता है। इन यन्त्रों से केवल यही पता नहीं चलता है कि एक परमाणु किस स्थान पर है किन्तु इससे यह भी पता चलता है कि निश्चित स्थान पर कितने परमाणु हैं। परमाणु सूचक, मनुष्य या मशीन, किसी को भी खिलाया जा सकता है और डिटेक्टिंग यन्त्र के फलस्वरूप हमें यह ज्ञात हो जाता है कि जैविक, रासायनिक और यान्त्रिक पाचन क्रिया, अर्थात् कार्य-विधि, किस प्रकार की है।

रेडियो एक्टिव परमाणुओं से हम यह जान सकते हैं कि अन्न के डिब्बों में कितनी जल्दी पानी भिद जाता है और इस प्रकार हम किसी डिब्बे के ठीक होने के बारे में निश्चय कर सकते हैं। इसी प्रकार हम यह भी निश्चय कर सकते हैं कि किसी भोजन में द्रव किस गति से अवशोषित होता है और इस तथ्य से धान्य बनाने वाला यह निश्चय कर सकता है कि किस प्रकार ऐसा भोजनीय द्रव्य बनाया जाए जो कि जल्दी से पक जाए।

रेडियो एक्टिव परमाणुओं के उपयोग से हो सकता है कि गाय हमारे लिए बिलकुल अनावश्यक वस्तु बन जाय, वह केवल देहातों की शोभा भर रह जाए। गाय जिस प्रकार दूध निर्मित करती है, उस पर किए जाने वाले अन्वेषणों

के फलस्वरूप अधिकाधिक दूध कारखानों में तैयार किया जा सकता है। कारखानों का बना हुआ दूध भी उतना ही पौष्टिक होगा जितना गाय का दूध हो सकता है और यह गाय के दूध से अधिक स्वादिष्ट हो।

यदि आप यह देखना चाहते हैं कि आपका प्रिय मूषक कहाँ जाता है तो आप उसे बहुत थोड़ा-सा रेडियो एक्टिव कोबाल्ट खिला दें और जब वह भाग जाए तो जीगर काउटर लेकर उसका पीछा कीजिए। विसकासिन में एक वैज्ञानिक शास्त्री ने यही किया क्योंकि वह जानना चाहता था कि किस प्रकार के खेत में चूहा अपना अधिकांश समय बिताता है। इसी तरह बहुत से कीड़ों, पक्षियों और चूहों का पता लगाया गया है। आइसोटोप के प्रयोग से उन लोगों का बहुत-सा समय बच गया है, जो जंगल के जीवन में रुचि रखते हैं; किंतु वह अपना अधिक व्यय नहीं करना चाहते।

गोल्फ के जो खिलाड़ी अपनी गेंद को घास-फूस वाले मैदान में खो देते हैं उनको चाहिए कि वे अपनी गेंद को रेडियो एक्टिव बना दें और फिर कितने ही खराब मैदान में उनकी गेंद क्यों न खो जाए, वे उसका पता जीगर काउटर से लगा सकते हैं। जब पहले-पहल इस विधि का उपयोग किया गया तो जिस आदमी ने यह किया था उसे अनुभव हुआ कि जब गेंद में पर्याप्त रेडियो एक्टिव द्रव्य लगा दिया जाता है तो फिर उसे जेब में रख कर ले जाना खतरनाक सिद्ध होता है।

जीगर काउंटर से गोल्फ की गेंद ढूंढ लीजिए।

आइसोटोप्स के उपयोग के कारण मुर्गी तथा सुअर के शरीर के भोजनीय अंश अधिक बड़े हो जाते हैं। प्रयोगों से यह पता लगा कि थियोरेसिल नाम का द्रव्य जब सुअरों को खिलाया जाता है तो उससे सुअर ज्यादा बड़े और शक्तिवान हो जाते हैं। इससे मुर्गियाँ भी ज्यादा बढ़ती हैं। किन्तु वैज्ञानिकों को यह डर था कि इनके

मांस को जब आप खाएंगे तो आप भी मोटे और बड़े हो जाएंगे, चाहे आप वैसा चाहते हों या न चाहते हों। किन्तु बाद में परीक्षण से यह पता चला कि डिथोरोमिल खाने वाले के अंदर नहीं जाता, इसलिए मोटा सुअर तथा मोटा मुर्गा को खाने में खतरे का कोई अंदेशा नहीं रहा।

मुर्गी और रेडियम धर्मी अंडा

रेडियम-धर्मी द्रव्यों के द्वारा बीज और वनस्पतियों में लगातार परिवर्तन लाए जा रहे हैं जिससे किसान अधिक अच्छी वनस्पतियां और अधिक खूबसूरत फूल पैदा कर सकें। न्यूयार्क के लॉग आइलैंड (द्वीप) में परमाण्वीय शक्ति आयोग की ब्रुकहेवेन राष्ट्रीय प्रयोगशाला में रेडिएशन के कारण पौधों में ऐसे परिवर्तन हुए जो साधारणतः सैकड़ों वर्षों में होते। इस प्रकार निर्वाचन की क्रिया द्वारा हानिकारक पौधे तथा हानिकारक तत्व धीरे-धीरे बिलकुल नष्ट होते जा रहे हैं। कुछ महीनों के अन्वेषण के फलस्वरूप पीनट (मटर के दाने) के पौधे की शक्ति इतनी बढ़ा दी गई कि पीनट का उत्पादन १० प्र० श० बढ़ गया। पहले संयुक्त-राज्य में जई (ओट) की आधी खेती एक पौधे की बीमारी जई की जंग (ओट रस्ट) से नष्ट हो जाती थी। किन्तु अब यह हालत नहीं रही। इसका कारण यह है कि जई के पौधे में परमाण्वीय रेडिएशन के द्वारा बीमारी से लड़ने की शक्ति पैदा कर दी गई है।

यदि आप को रक्त की बीमारी 'रक्त क्षय' हो जाए तो हो सकता है कि आपका डाक्टर आपको एक ऐसा अंडा खाने की सलाह दे जिसमें रेडियो एक्टिव

लोह हो। इसका स्वाद बिलकुल उसी तरह का होता है जैसे उस अंडे का है
जो कि रेडियो एक्टिव नहीं होता। इस प्रकार के अंडे में जो लोह होता
आपके शरीर में, कोशिकाओं में रहने वाले लोह की अपेक्षा अधिक शीघ्रता से
अवशोषित होता है और डिटेक्टिंग यंत्र के द्वारा डाक्टर यह भी बता सकता
कि इस प्रकार का रेडिएशन वाला लोह कहां गया। सब से पहला जो रेडियो
एक्टिव अंडा था, उसे देख कर वैज्ञानिकों ने रिपोर्ट दी थी कि उसके (अंडे के)
किनारे जले हुए थे, किन्तु इसके पीछे कोई विशेष कारण नहीं थे।

जापान के हिरोशिमा और नागासाकी नामक स्थानों में पहला परमाणु
बम गिरा था। इन दो विस्फोटों में जितनी जानें गई थी, उससे अधिक जानें
परमाणु की शक्ति ने इन वर्षों में बचाई है। परमाण्विक रेडिएशन की ये
शक्तियां जब अनियंत्रित होती हैं तो जीवन और संपत्ति का इतना भयंकर
नुकसान कर सकती हैं, किन्तु ये ही शक्तियां नियंत्रण में मानव जाति के लि
बड़ी उपयोगी सिद्ध हो सकती हैं।

किन्तु रेडियो एक्टिव आसोटोप और गामा किरणों का उपयोग चिकित
के क्षेत्र में निर्माण तथा कृषि के क्षेत्र से बहुत अधिक है। हमारे शरीर को
स्वस्थ रखने तथा बीमारी के समय चिकित्सा करने में परमाणु दो प्रकार
बहुत बड़ा योग देता है। एक है, यह मालूम करना कि जो भोजन हम कर
हैं उसका क्या होता है और दूसरा यह कि यह हमारे शरीर के कोष्ठकों (सेलों
की वृद्धि का नियन्त्रण करता है।

सबसे पहले बीमार को रेडियो एक्टिव आयोडीन का एक छोटा मिला
पिलाया जाता है (शरीर की एक महत्वपूर्ण ग्रंथि, थायरायड ग्रंथि, आयोडीन
उपयोग करती है) फिर बीमार को घर भेज दिया जाता है और उससे
घंटे बाद आने के लिए कह दिया जाता है। डाक्टर तब उस हलकी रेडि
...विटी को नापता है जो थायरायड ग्रन्थि में होती है। डाक्टर रेडिए
मात्रा के आधार पर यह बता सकता है कि वहाँ कितनो आयोडीन है
...र ने कितनी अच्छी तरह कितनी बुरी तरह अपनी आयोडीन की मा
पचाया।

चूँकि फास्फोरस (एक पदार्थ) हड्डियों में जाता है। इसलिए जिस व्यक्ति
ी हड्डियों में उचित वृद्धि नहीं होती, उसे रेडियो एक्टिव फास्फोरस दिया
ा सकता है जिससे डाक्टर ठीक-ठीक निश्चित कर सकता है कि वस्तुत
ितना फास्फोरस हड्डियों में जाता है या हृदय की किसी बीमारी में रेडियो
क्टिव डिजोटैनिस (एक दवा) दी जा सकती है। फिर यह शरीर में किस
कार भ्रमण करती है यह उतनी ही आसानी से जाना जा सकता है जितनी
ासानी से नदी में चलने वाली नाव का रास्ता जाना जा सकता है।

एक लम्बे अरसे से कैंसर की वृद्धि रोकने के लिए रेडियो एक्टिव रेडियम
(द्रव्य) और शक्तिशाली एक्स रे मशीन का उपयोग किया जाता रहा है। आप
ो याद है कि न्युक्लियर रियेक्टर और परमाण्वीय मशीन को आवृत्त करने का
द्देश्य यही था कि जिससे रेडिएशन के दुष्प्रभाव से मनुष्य की सेलें नष्ट न
ों और मानव शरीर का ह्रास न हो। यदि मानव शरीर पर रेडियम की
ामा किरणें या शक्तिशाली एक्स रे किरणें काफी देर तक पड़े तो भी उनका
ही प्रभाव होगा जो अधिक रेडिएशन का होता है। किन्तु उसी प्रकार ये
क्तिशाली किरणें भी नियन्त्रित की जा सकती हैं और एक निश्चित स्थान
र सेलों की वृद्धि रोकने या उन्हें नष्ट करने के लिए इन किरणों को केन्द्रित
िया जा सकता है। रेडियोएक्टिव आइसोटोप, विशेषकर कोबाल्ट ६०, की
ोज और विकास के कारण कैंसर के विरुद्ध एक महाशक्तिशाली शस्त्र मनुष्य
े प्राप्त कर लिया है।

कोबाल्ट को शरीर में इस प्रकार प्रविष्ट किया जाता है कि उससे मनुष्य
े शरीर के किसी भी निश्चित स्थान पर, जहाँ कि कैंसर होता है, गामा
ेडिएशन केन्द्रित हो जाता है। अतएव दूसरी सेलों पर इस शक्तिशाली रेडि-
एशन का प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु कैंसर से ग्रस्त सेलों पर उसका पूर्ण प्रभाव
डता है।

रेडियम और एक्स रे किरणों को शरीर के ऊपर से ही डाला जा सकता
ै किन्तु रेडियो एक्टिव आइसोटोप्स को दूसरे पदार्थों के साथ मिलाया जा
कता है और बीमार के खून में उसे प्रविष्ट किया जा सकता है या किसी

दूसरी तरह से भी बीमार के शरीर में डाला जा सकता है। इसके एक बड़ा महत्वपूर्ण उपयोग का विकास ब्रुकहेवेन राष्ट्रीय प्रयोगशाला में किया गया। यह है मस्तिष्क-कैंसर की चिकित्सा। मस्तिष्क के कैंसर का पता लगाना प्रायः असम्भव होता है और यदि पता लगा भी लिया गया तो उसका ग्रापरेशन बड़ा खतरनाक होता है। उपर्युक्त प्रयोगशाला में किये गए विकास ने मस्तिष्क कैंसर का इलाज हो सकना संभव हो गया है।

सोडियम बोरेट नामक द्रव्य—जिनमें बोरन १० रहता है—को इंजेक्शन द्वारा बीमार के रक्त से मिला दिया जाता है। यह मिश्रण जब रक्त द्वारा मस्तिष्क में पहुँचता है तो कैंसर से ग्रस्त तन्तु इसको तुरन्त सोख लेते हैं, दूसरे तन्तु इसे इतनी जल्दी नहीं सोख पाते। यह ठीक ही होता है क्योंकि उद्देश्य तो कैंसर से ग्रस्त तन्तुओं को ही नष्ट करने का होता है न कि स्वस्थ तन्तुओं को। अधिकांश बोरन कैंसर की सेलों में चला जाता है। बाद में बीमार को एक परमाण्विक राशि के ऊपर रखा जाता है, इसके पास एक छिद्र होता है जिसमें से धीरे-धीरे बहने वाले न्यूट्रोनों की एक लहर आती है। जब न्यूट्रोन के द्वारा बोरन परमाणु का विस्फोट होता है तब एक न्यूक्लिअर प्रतिक्रिया शुरू हो जाती है और बोरन के परमाणु से अल्फा-कण निकलते हैं जो कि कैंसर की सेलों को नष्ट करने की क्षमता रखता है। जितने अधिक अल्फा-कण आते जाते हैं उतनी ही अधिक कैंसर की सेलें नष्ट होती जाती हैं। इसके परिणाम आश्चर्य-जनक रहे हैं, यद्यपि वे अस्थायी रूप में रहे हैं। यह बताया जाता है कि जिन बीमारों को चिकित्सा के कमरे में दूसरों के सहारे लिटा कर ले जाया गया था, वे बाद में स्वयं अपनी शक्ति से बाहर चल कर आ गये थे।

कठिनाई से मिल सकने वाले थूलियम नामक पदार्थ का एक रेडियो एक्टिव आइसोटोप आधुनिक एक्स रे मशीन का हृदय है। एक बहुत बड़ी और पेचीदा जिसके चलाने में काफी विद्युत् शक्ति खर्च होती है—के स्थान पर एक्स रे, एक धातु का डिब्बा होता है जो एक फुट लम्बा होता है ६ इंच वर्ग का होता है, इसे कहीं भी ले जाया जा सकता है और इसके विद्युत् शक्ति की भी आवश्यकता नहीं होती।

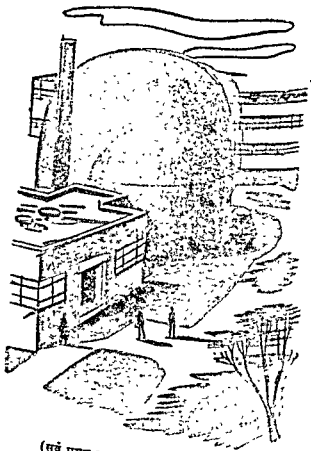
रेडियम के उपयोगों ने विज्ञान के कारण अब बहुत से अंगों के आप-रेशन अनावश्यक हो गये हैं और धीरे-धीरे वे गत युग की चीजें बनने जा रहे हैं।

अब इसकी संभावनाएं बहुत अधिक बढ़ गई हैं कि रेडियो-एक्टिव आइसो-टोप्स के प्रयोग के कारण आपका डाक्टर आपका जीवन बचा सकता है, या आपको बीमारी से मुक्त कर सकता है।

: ८ :

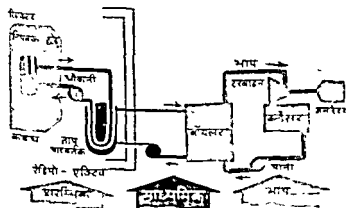
उद्योग में परमाणु शक्ति

जब आप विद्युत् शक्ति के उस कारखाने की बात सोचते हैं जिससे आपके शहर के कारखानों को बिजली मिलती है या जिससे आपके घर को रोशनी मिलती है, तो आपके सम्मुख एक तस्वीर आ जाती है—एक बहुत बड़ा कोयले का ढेर, एक बहुत बड़ी इमारत जिसमें धुआं निकालने के लिए लम्बी-लम्बी चिमनियां लगी हों। यदि बिजली का कारखाना जल की शक्ति से चलता होगा तो फिर आपकी तस्वीर में एक नदी होगी जिस पर एक बहुत बड़ा बांध होगा।

किन्तु जो विद्युत् का कारखाना परमाणु शक्ति से चलेगा उसमें न तो कोयले का विशाल ढेर होगा, न बांध होगा और धुआं निकालने की चिमनियां भी आधी रह जाएंगी। उसमें उष्णता एक न्यूक्लियर रिएक्टर से आती है जिससे पानी ब्वाइलर में उबल कर स्टीम बनता है, और रिएक्टर का आकार एक पुराने ढंग के बरसाती पानी के पीपे से बड़ा नहीं होता। किन्तु बिजली के कारखाने की तरह ही यहां भी वे मशीनें —स्टीम टरबाइन और जेनरेटर होते हैं।

(सर्व प्रथम परमाणु विद्युत प्लाट का माडल)

एक बार देखने से तो उष्णता प्राप्त करने के लिए परमाण्वीय रिएक्टर
की व्यवस्था बड़ी ही आदर्श मालूम पड़ती है बस केवल कुछ पौंड यूरेनियम की
आवश्यकता होती है। एक लोहे की सन्दूक के अन्दर रखे हुए रिएक्टर में यूरे
नियम रख दीजिये, रिएक्टर में से पानी के पाइप जाने दीजिये और बस इस

ं महीनो या बरसों काम करने दीजिए । इसको दुबारा भरने की आवश्य-
ः ही नहीं है । किन्तु जिस प्रकार सर्वप्रथम भाप के इंजिन को, सर्वप्रथम अन्तर्द-
हीन गैसोलीन के एंजिन को, या सर्वप्रथम विद्युत् के डायनमो को विकसित
ने की आवश्यकता थी और उनका विकास किया गया, इसी प्रकार परमाण्वीय
का विकास करने की आवश्यकता है ।

(परमाण्वीय रिएक्टर से बिजली कैसे बनती है)

शक्ति पैदा करने के लिए जितने भी रिएक्टर बनाए जायेंगे वे इन आधार-
सिद्धान्तों पर बनाये जायेंगे : प्रथम, न्यूक्लियर विखंडन से महा परिमाण
में शक्ति मुक्त होती है; द्वितीय, न्यूक्लियर विखंडन के फलस्वरूप जो उत्पादन
है वह रेडियो-एक्टिव होता है; और तीसरे, विखंडन न्यूट्रोनों को बाहर
ता है और क्रिया शृंखला को सम्भव बनाने के लिए और अधिक न्यूट्रोन
जाते हैं ।

ो रहेंगे या कौन से पदार्थ अधिक उपयोगी होंगे—ये मतत् समस्याए है। स्वास्थ्य के लिए खतरा होना एक दूसरी समस्या है। यह अत्यावश्यक है न्यूट्रोनों तथा अन्य रेडिएशन से वैज्ञानिकों तथा अन्य कर्मचारियों की पूर्ण होनी चाहिए। रिएक्टर को बहुत भारी आवरण से घेर देना चाहिए में से कोई भी परमाण्विक रेडिएशन गुजर न सके। रिएक्टर चाहे काम रता हो या न करता हो किन्तु रेडिएशन वहां सदैव उपस्थित रहता है और कटर स्वयं स्थायी रूप से रेडियो एक्टिव बन जाता है। इसलिए यह श्यक है कि रिएक्टर ऐसा हो जो अपना काम स्वयं करता रहे अर्थात् जहाँ हो सके कम से कम मानवीय सहायता की आवश्यकता पड़े। यहाँ तक कि की सफाई आदि भी जब करनी हो तो प्लांट के बंद रहने पर भी उसे हाथ करना असम्भव होता है। इसलिए इसे दूर से ही नियंत्रित किया जा ता है।

उदाहरण के लिए, जब कनाडा में एक रिएक्टर नियंत्रण के बाहर हो ा और नष्ट हो गया तो अवशिष्टधातु, ककरीट तथा अन्य—को जमीन काफी गहराई में गाड़ना पड़ा। बचे हुए भाग के पाइप आदि निकालने के ए जो कुशल कर्मचारी काम कर रहे थे, वे केवल एक घण्टे ही काम कर ते थे और फिर एक महीने की छुट्टी लेकर आराम करते थे जिससे कि डिएशन से पैदा होने वाली बीमारी से बचाव हो सके।

किसी भी रिएक्टर में यह आवश्यक है कि ईंधन के रूप में काम करने ला यूरेनियम हो। जब इसका १० प्र० श० खर्च हो जाए तब इस यूरेनियम ईंधन को बाहर निकाल लेना चाहिए और उसको रासायनिक क्रियाओं द्वारा र से सक्रिय करना चाहिए। यह बाहर निकालने का कार्य केवल दूर-यंत्रण की विधि से ही किया जा सकता है और इसे बंद, आवरण युक्त रेल डिब्बों या ट्रक में रख कर रासायनिक कारखाने को भेजा जाना चाहिए। र, रिएक्टर से जो रद्दी माल निकलता है उसको गाड़ने के लिए विशेष कार के बड़े-बड़े गड्ढे होते हैं। जहाँ पर रिएक्टर को ठंडा बनाने के लिए ानी का बहुत कम उपयोग होता है—जैसे हानफोर्ड वाशिंगटन, के प्लूटो-

रहता है जो कभी समाप्त नहीं होती और जैसे-जैसे ईंधन जलता जाता है वैसे-वैसे करीब-करीब सभी या सभी ईंधन नया होता जाता है।

क्रूस्ट्रप रिएक्टर यू २३५ के आइसोटोप का इस्तेमाल करता है। यू २३५ का पहले तो बनाना ही काफी खर्चीला होता है, फिर इसमें फेंक कर नया यू २३५ का समूह नहीं लाया जा सकता। यद्यपि यह सभी रिएक्टरो के बारे में सत्य है, चाहे वे स्वाभाविक यूरेनियम का उपयोग करते हों या प्लुटोनियम का, किन्तु यह विशेष कर यू २३५ के बारे में अधिक सत्य है। यह इसी प्रकार से है जैसे कि आप एक आटोमोबाइल के इंजिन का तेल बदलते हैं। मगर केवल इतना है कि यहाँ आप पुराने तेल के स्थान पर नया तेल डालने के बदले, उसी पुराने तेल को फिर से सक्रिय करते हैं और उसे टंकी में डालते हैं।

संयुक्त राज्य के परमाण्वीय शक्ति आयोग ने जो कई प्रकार के रिएक्टर चालू किए हैं उनमें से ब्रीडर या बूटस्ट्रैप भी एक प्रकार के हैं। एक दूसरा है "दबाव युक्त-जल रिएक्टर"—उस प्रकार का जैसा कि जहाज को आगे बढ़ाने के लिए काम में आता है। जल, अधिक दबाव के साथ उष्ण यूरेनियम केन्द्र में जाता है। पानी दबाव में होता है इसलिए इसे उबलने के बिंदु से भी ज्यादा गर्म किया जा सकता है और इसकी भाप नहीं बनती। एक पहाड़ के ऊपर यदि हम पानी गर्म करें और समुद्र स्तर पर भी गर्म करें तो उबलने के लिए पानी समुद्र स्तर पर अधिक उष्णता लेता है, क्योंकि हवा का दबाव अधिक होता है। यदि दबाव को अधिक बढ़ा दिया जाय तो पानी को उबालने के लिए और भी अधिक उष्णता की आवश्यकता होगी। इस प्रकार के रिएक्टर में पानी पर दबाव इतना अधिक होता है कि यह गर्म हो जाता है किन्तु भाप नहीं परिवर्तित होता। बल्कि, पाइपों के द्वारा दूसरे ब्वाइलर से जाता है जो ऐसे पानी से भरा रहता है जो वायु के दबाव में नहीं होता। यह पानी उबलता है, भाप बनाता है और इस प्रकार एक टरबाइन को चलाता है।

इस द्विगुण व्यवस्था का कारण यह है कि रिएक्टर के मध्य में से जो पानी बहता है वह रेडियो एक्टिव हो जाता है और यदि सीधे टरबाइन को

भेजा गया तो उस पर उसका बुरा असर पड़ता है। ईंधन और वे नल, जिनमें वायु के दबाव वाला पानी बहता है। ६ फीट व्यास और ६ फीट ऊँचाई वाले लोहे के गड्ढे में बन्द रहते हैं। यह गैस टाइट है, अर्थात् इसके अन्दर गैस नहीं पहुंच सकती और यदि जमीन पर उपयोग हो तो इसको जमीन के अन्दर गाड़ा जा सकता है।

एक दूसरे प्रकार का रिएक्टर भी होता है जिसे होमी जीनिएस (एक सम) रिएक्टर कहते हैं। इसमें यूरेनियम ईंधन ठोस रूप में नहीं होता बल्कि यूरेनियम और पानी का मिश्रण होता है जिसे पम्प के द्वारा एक बड़े गोल तालाब (गड्ढे) में भेजा जाता है और फिर एक बार इसे जब भर दिया जाता है तब फिर इसमें क्रिया-शृङ्खला स्वयं शुरू हो जाती है। इस "परमाण्वीय राशि" को भी बिल्कुल ठीक आकार की होना चाहिए अन्यथा "आग" नहीं जलेगी। फिर मिश्रण में क्रिया होती है, यह गर्म होता है और पम्प के द्वारा ब्वाइलर को जाता है जहाँ बाद में आने वाले पानी को भाप में बदल कर टरबाइन को चलाता है।

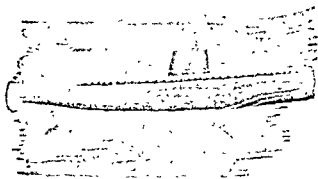
इस एक सम (होमोजीनिएस) रिएक्टर का चलाना उस रिएक्टर की अपेक्षा अधिक आसान होता है जिसमें ठोस ईंधन देने की आवश्यकता होती है। जिस पानी में यूरेनियम मिश्रित किया जाता है वह एक नियन्त्रण की तरह भी काम करता है। जब यह एक निश्चित मात्रा में गर्म होजाता है तो फिर उससे अधिक गर्म नहीं होता, क्यों कि गोल टैंक से द्रव भोजन लगातार हटाया जाता रहता है। इसके सिवा इसमें एक लाभ यह भी है कि बिना रिएक्टर को बन्द अलग किए या निकाले, यूरेनियम को पुनः द्रव में मिलाया जा सकता है जब कि ठोस भोजन वाले रिएक्टर में यूरेनियम को बक्स को बाहर निकालना आवश्यक हो जाता है। जिन पम्पों आदि से द्रव को ब्वाइलर आदि में भेजा जाता है, वे पूरी तरह से ठीक, कहीं भी छिद्र आदि वाले न होने चाहिए, क्योंकि यह द्रव बहुत अधिक रेडियो-एक्टिव होता है, इसलिए पाइपों को बिल्कुल ठीक होना ही चाहिए साथ ही उन्हें आवरण से ढके भी रहना चाहिए।

इसके सिवा एक अन्य प्रकार का भी रिएक्टर होता है जो कि उन

नि जल रिएक्टर मे काफी मिलता है। जल रिएक्टर में पानी को क राशि मे गुजारा जाता है और दूसरे पानी को गर्म करने के लिए किया जाता है। लेकिन इस रिएक्टर में यह फर्क होता है कि इसमें जगह सोडियम नामक पदार्थ के द्रव का, अर्थात् द्रव सोडियम का किया जाता है। यह द्रव पानी की अपेक्षा अधिक गर्म हो जाता है। रिएक्टर के बीच से अधिक उष्णता ले सकता है। तब फिर उष्ण बायलर में काफी अधिक पानी को गर्म करके भाप बना सकता है।

वे कुछ परमाण्विक भट्टियां हैं जो दुनिया भर में कभी उद्योगों व कार-की भट्टियों के स्थानों पर हो जाएगी। कोयले और तेल से चलने वाले रों को अब परमाणवीय भट्टियों से उष्णता प्राप्त होगी। क्योंकि इस की भट्टियों में बहुत थोड़े परिमाण में ईंधन की जरूरत होती है, इस भट्टियां या कारखाने छोटी-छोटी जगहों तथा नगर से दूर के स्थानों आर्कटिक, अन्टार्कटिक या रेगिस्तानी क्षेत्रों में स्थापित किए जा हैं।

सन् १६५५ में सर्वप्रथम एक जहाज (समुद्री) को चलाने के लिए न्यू-र भट्टी का इस्तेमाल किया गया। १६५० में किसी ने कहा था कि एक समुद्री जहाज केवल एक घन इंच यूरेनियम के टुकड़े की शक्ति से लांटिक के पार जा सकता है और वापस आ सकता है। इस प्रकार का, लिअर शक्ति वाला जहाज, सर्वप्रथम १७ जनवरी सन् १६५५ में अपनी द्रिक यात्रा के लिए निकला। दिन में ठीक ११ बज कर १ मिनट पर णवीय शक्ति द्वारा संचालित प्रथम सब मेरिन, 'नाटिलस' ने यह संदेश ी प्रकाश की बत्तियों द्वारा भेजा, "११०१ पर जेड़ (गुप्तशब्द) न्यूक्लियर न के द्वारा अपनी राह पर चल पड़ा। पानी के अन्दर चलने वाला यह ज ५५० लाख डालर के खर्च से बना था और ३०० फीट लम्बा था। पानी अन्दर यह २० मील प्रति घण्टे के हिसाब से चल सकता था और २ पौंड नियम, अर्थात् गोल्फ की एक गेंद के बराबर, पर दुनिया भर का चक्कर ा सकता था।

यद्यपि 'नाटिलस' के इंजिन में २ पौंड से कहीं अधिक यूरेनियम था कि
२५,००० मील लम्बी यात्रा में व्यय केवल २ पौंड का ही होगा। नाटिलस

रिएक्टर इस ईंधन से इतनी शक्ति लेता था जितनी कि ४,६०,००० गैलन
से मिलती। जहाज २५,००० मील तक—जितना कि पृथ्वी का घेरा है,
में ही जा सकता था। साँस लेने के लिए आक्सिजन समुद्र के पानी से
सकती थी। परमाण्वीय इंजिन के लिए तो आक्सिजन की आवश्यकता थी
क्योंकि इसमें यूरेनियम जलता था।

साथ ही एक दूसरा परमाण्वीय सबमेरिन जहाज बना लिया गया था
उसके रिएक्टर की जाँच की जा रही थी। इस जहाज में—जिसका नाम
वूल्फ (समुद्री भेड़िया) था—द्रव सोडियम का इस्तेमाल होता था न कि
दबाव वाले पानी का जैसा कि 'नाटिलस' में होता था।

जहाजी क्षेत्र में परमाण्वीय युग प्रारम्भ होने के समय ये दो
जहाज थे जिनकी योजना पहले से बना ली गई थी। डिजल एंजिन के
पर न्यूक्लियर शक्ति के उपयोग से समुद्री जहाजों के क्षेत्र में एक
आ गई है और अन्त में यह व्यापारिक जहाजों के क्षेत्र में भी यात्री जहाजों
एक क्रांति ला देगा।

न्यूक्लियर शक्ति से जहाजों के चलाने के सम्बन्ध में इतिहास में एक
देर प्रसिद्ध रहेगा, वह है रियर एडमिरल हिमन जी. रिकोवर का नाम,

अरजेंटाइना, नार्वे, स्वीडन, डेन्मार्क, फ्रांस, स्पेन, इटली, बेलजियम, स्विटजरलैंड, रूस, भारत, दक्षिण अफ्रीका, आस्ट्रेलिया और मेक्सिको में बनाए गए हैं। इन में से कुछ व्यापारिक ढंग पर स्थापित किए गये हैं और कुछ को सरकारी तौर पर स्थापित किया गया है।

हम यह पहले कह चुके हैं कि परमाणविक शक्ति से चलने वाले बिजली के कारखानों में न तो धुएं की चिमनियाँ होंगी और न पानी के बाँध। तब फिर वे किस प्रकार के होंगे।

शहर के बाहर खुले मैदान में कई इमारतें हैं। इनमें से कुछ इमारतें परिचित प्रतीत होती हैं। उनमें ब्वाइलर हैं, टरबाइन मोटर हैं और बिजली के जेनरेटर हैं। ब्वाइलर कक्ष से, हो सकता है कोई धुंए की चिमनी निकलती हो। किन्तु उसमें धुंआ बिलकुल नहीं है। एक तरफ वे ही ट्रांसफार्मर हैं जैसे साधारणतया होते हैं, ऊँचे तारों से घिरे हुए, और उनमें से विद्युत् शक्ति के तार इधर-उधर देहात और शहरों में जाते हैं।

एक इमारत केन्द्रीय स्थान में स्थित है। इसमें खिडकियाँ नहीं हैं और यह मंजिल ऊँची है। इसमें शायद रिएक्टर है और नियंत्रक हैं। यदि रिएक्टर जमीन में नहीं गड़ा तब फिर इमारत में अन्दर एक बहुत बड़ा कंकरीट का कक्ष है जिसकी दीवारें कई फीट मोटी हैं, उनमें से एक दीवाल में आग सरीखी दिखने वाली एक चीज निकल रही है। कमरे में एक छज्जा है जहाँ कि दूर नियंत्रण यंत्र तथा रिएक्टर को चलाने के और कई यन्त्र रखे हैं। इमारत के सामने एक विशेष मशीन लगी हुई है जो नया ईंधन डालती है या रिएक्टर की छड़ (राड) का नियन्त्रण करती है। आवरण के ऊपर लाइनें (रेल की सी) हैं जिन पर इधर-उधर आने-जाने वाली क्रेन लगी है, यह रिएक्टर को पुनः चमन मारू करने के लिए तैयार रहती है।

५ भारत पर्यटित मार्ग गुजरी है और यहाँ किसी प्रकार का भी गुन नहीं।

हर किसी भी तरह का रेल या सड़क का प्लेटफार्म नहीं है और यदि नदी के किनारे है तो किसी प्रकार का घाट (समुद्री प्लेटफार्म) नहीं है।

कहीं पर क्या गलती हो जाये। एक न्यूक्लियर इंजीनियर ने कहा है कि "रिएक्टर का आसानी से नियन्त्रण हो जाता है, यह बहुत शांत और धीरे-धीरे काम करने वाली मशीन है।

आपके घरों और कारखानों को विद्युत-शक्ति पहुँचाने के लिए बड़े-बड़े परमाण्विक पावर प्लाट तो बनाए ही गये हैं किंतु साथ ही साथ कुछ छोटे छोटे और भी बनाए गये हैं जिन्हें आप "लघु रिएक्टर" (पैकेज रिएक्टर) कह सकते हैं। ये रिएक्टर अत्यधिक सादे ढंग पर बने होते हैं और इन्हें एक स्थान से दूसरे स्थान को आसानी से ले जाया सकता है और बिना किसी लम्बी चौड़ी इमारत के इनको लगाया जा सकता है।

इस तरह के लघु रिएक्टरों का उपयोग अब दूरवर्ती कठिन स्थानों में—जैसे अलास्का, ग्रीनलैंड और रेगिस्तानी क्षेत्रों में—अधिकाधिक होता जाएगा। इस प्रकार का पहला लघु रिएक्टर सन् १९५३ के अन्त में बनाया गया था। यह देखने में, एक साधारण राख के डिब्बे से कुछ ही बड़ा दिखता है। यह आप समझ सकते हैं कि शीत क्षेत्रों में इस प्रकार के लघु नियन्त्रक कितने उपयोगी रहेंगे, जहाँ पर उष्णता की अत्यधिक आवश्यकता होती है—मकानों में और मशीनों में हवा को गर्म करने के लिए—या रेगिस्तानी इलाकों में जहाँ कि शक्ति के द्वारा बहुत गहरे कुओं से पानी खींचा जा सकता है।

सर्व प्रथम परमाणु शक्ति से चलने वाला रेल के इंजिन की रूप-रेखा उटा विश्वविद्यालय के अन्वेषक दल ने बनाई थी। यह दल परमाणु विज्ञान के अग्रणी वैज्ञानिक डा० लायल पी० बोर्स्ट की अध्यक्षता व निर्देशन में काम करता था। इस दल ने रेलवे के पाँच और निर्माताओं के ९ प्रतिनिधियों के साथ ही मिल कर ६० फीट लम्बे एक ऐसे इंजिन का निर्माण किया जो ... हजार हार्सपावर (अश्व-शक्ति) तक अपनी शक्ति बढ़ा सकता था। यह शक्ति साधारण तेल से चलने वाले इंजिन की शक्ति से चार गुना अधिक है। कीमत १२ लाख डालर होगी अर्थात् किसी भी बड़े से बड़े इंजिन की का दो गुणा। इसका निर्माण दो इकाइयों में हुआ, प्रत्येक ८० फीट लम्बा रिएक्टर आगे की इकाई में रखा हुआ था और यह २ फीट चौड़ा, ...

मोटाई नापना, कार के इंजिनों का, जब वे चालू अवस्था में हों तब अध्ययन करके, उनमें होने वाले तोड़ फोड़ और परिवर्तनों के ज्ञान के आधार पर अच्छे गियर्स और पिस्टन बनाना, भारी इस्पात की प्लेटों की मोटाई निश्चित करना, चश्मों के रंगहीन लैंस बनाना, और घड़ियों के चमकदार (जो अंधेरे में अपने अक्षरों को साफ दिखा सकें) डायल बनाना।

(शक्तिशाली रोबोट, एक अण्डा पकड़े हुए और लोहे की एक छड़ को मोड़ते हुए)

: ६ :

परमाणु और आप का भविष्य

परमाणु की शक्ति का सब से पहला उपयोग एक महाभयानक विध्वंसक अस्त्र के रूप में हुआ। तब भी यह उपयोग स्वयं मनुष्य जाति के लिए हितकर सिद्ध हो सकता है क्योंकि इसके द्वारा युद्ध को समाप्त किया जा सकता है। उन परमाणु अस्त्रों के द्वारा जो इस समय तक तैयार हो चुके हैं आध घंटे के अन्दर दुनिया के आधे शहर और दुनिया की आधी जन-संख्या को समाप्त किया जा सकता है। इस लिए पागल व्यक्ति के सिवा कोई दूसरा आदमी युद्ध की बात ही नहीं सोच सकता।

इन भयंकर विध्वंसक शस्त्रों में परमाणु की शक्ति का किस प्रकार इस्तेमाल किया गया है ? परमाणु बम में और परमाणु शक्ति के कारखाने में केवल यही अन्तर है कि बम में एकायक बहुत अधिक परमाणुओं का तीव्रता से विखण्डन होता है किन्तु शक्ति के उपयोग में परमाणुओं का विखण्डन धीरे-धीरे और एक नियन्त्रित परमाण्वीय राशि में होना है। परमाणविक रिएक्टर या पावर प्लांट में विखण्डित होते हुए परमाणुओं के न्यूट्रोनों का प्रसार ... के प्रयोगद्वारा अथवा कैडमियम के द्वारा कम या हल्का कर दिया जाता है।

इन दो क्रियाओं की तुलना आप उस नदी से कर सकते हैं जिसमें बाढ़ आई हुई हो। यदि पहाड़ की बर्फ एकायक जल्दी में पिघल गई हो तो छोटी-छोटी नदी में बहुत-सा पानी एकायक आ जाता है और नदी में बाढ़ आ जाती है जिससे गाँवों और शहरों में बर्बादी आ जाती है। किन्तु दूसरी ओर यदि आप नदी में बाँध लगा दें तो फिर बाँध के बाहरी द्वारों द्वारा पानी धीरे-धीरे बाहर निकलता है। यह पानी का नियंत्रित बहाव होता है और इसमें किसी प्रकार की बर्बादी का खतरा नहीं रहता है।

परमाणु बम में कोई ऐसा ग्रेफाइट (लिग्निज) नहीं होता जो कि यूरेनियम २३५ के विखण्डन के न्यूट्रोनों का प्रसार कम कर सके। यह तो केवल शुद्ध यूरेनियम २३५ होता है, इस पर कोई प्रतिबन्ध नहीं होता। सभी परमाणुओं का विखण्डन एक साथ होता है जिससे महाभयकर शक्ति उद्भुत होती है।

यूरेनियम २३५ में केवल एक न्यूट्रोन को दागिए। यह एक यूरेनियम परमाणु से टकराएगा जिससे उसका विखण्डन हो जाएगा और उससे दो अधिक न्यूट्रोन निकलेंगे। ये दो न्यूट्रोन दो और परमाणुओं पर चोट करेंगे और उनका विखण्डन करेंगे। यह क्रिया जब लगभग २० बार हो जाएगी तो उसमे करीब १० लाख से अधिक परमाणुओं का विखण्डन हो जाएगा। जब यह क्रिया ३० बार हो जाएगी तो उससे १०० करोड़ से भी अधिक परमाणुओं का विखण्डन हो चुकेगा। जब यह ६० बार हो चुकेगा तब तक अरबों, खरबों, परमाणुओं का विखण्डन हो चुकेगा। यदि एक दल के विखण्डन में १ सेकेंड का १० लाखवाँ

हिस्सा लगता है तो फिर एक सैकेंड के १०० लाखवें हिस्से में इन अरबों माणुओं का विखण्डन हो जाएगा। इसी को विस्फोट कहते हैं।

आपको शायद यह सोचकर आश्चर्य होता होगा कि यदि आपने यूरेनि के एक टुकडे को यूंही छोड दिया और कोई न्यूट्रोन उसमे टकरा जाए विस्फोट क्यों नही होता। इसका उत्तर यह है विस्फोट यूरेनियम के टुक बिल्कुल सही आकार पर निर्भर करता है। हम यूरेनियम २३५ की बात रहे हैं। जिस प्रकार से यह आवश्यक था कि परमाण्विक राशि पूर्णतः आकार की हो जिससे बाहर जितने न्यूट्रोन निकलते हैं, अन्दर उन से अ रहें। इसी प्रकार परमाणु बम के लिए भी पदार्थ बिल्कुल सही आकार होना चाहिए। यदि दो यूरेनियम के ऐसे टुकडे हैं जो अलग अलग इतने नही हैं कि उनमें विस्फोट हो, किन्तु वे जब एक साथ मिला दिए जाते हैं वे इतने बडे हो जाते हैं कि उनमें विस्फोट हो सके, तब फिर उनमें वि होता है।

यदि आप कोई ऐसी छोटी-सी मशीन बना सकें जिससे आप दो यूरेनि के टुकडो को एक पल में साथ मिला सकें तो फिर यह बम होगा। यह आवश नही कि दोनों टुकड़े बराबर आकार के हो। हो सकता है कि एक करीब-क इतना बडा हो कि उसमें विस्फोट हो सके और दूसरा बहुत ही छोटा हो, इतना हो कि पहले के साथ मिल कर इतना बडा टुकडा बना सके वि विस्फोट के लिए आवश्यक होता है। छोटा टुकड़ा बंदूक से दागी जाने वा गोली के बराबर भी हो सकता है।

यह सच है कि परमाणु की कार्य-पद्धति का यह अत्यधिक साधारण वर्णन है। यह सब इतना साधारण नही है जितना कि मालूम पड़ता है। निर्माण में और भी बहुत-सी छोटी-छोटी और पेचीदा बातें हैं किन्तु हमारे लि सौभाग्यवश, यह आवश्यक नहीं कि हम उनके विस्तार में जाएं।

इस सम्बन्ध में उन दिनों की एक घटना बताई जाती है जब रि टेनेसी रिज प्लांट शुरू ही हुआ था। एक बड़ी ट्रक में "गर्म" यूरेनियम के मारे गये थे। इनको बडी सावधानी से लादा गया था। यूरेनियम

के बक्सों में था और उनमें बीच में काफी जगह रखी गई थी जिससे एक की डिबिया दूसरे पर न हो। ट्रक (लारी) के साथ सशस्त्र रक्षक भी थे। लारी सड़क पर जा रही थी तो वह एक गड्ढे में गिर पड़ी और टूट फूट गई। रक्षकों ने यह सोचा कि यह कोई बहुत कीमती और आवश्यक सामान है जल्दी से इसके निश्चित स्थान में पहुँचाना चाहिए। उन्होंने एक गुजरती मोटर गाड़ी को रोका और लारी में से छोटे-छोटे डिब्बों को उतार कर उस मोटर गाड़ी की पिछली सीट पर बड़ी सावधानी से रख दिया। सौभाग्यवश बिना किसी दुर्घटना के बच गया और उनको उनके निश्चित स्थान पर पहुँचा दिया गया।

जब यह निश्चित स्थान पर पहुँचा और इसके बारे में वहाँ के वैज्ञानिकों को पता लगा, तब तक यूरेनियम काफी गर्म हो चुका था। बड़ी ही शीघ्रता से उसे उतारा गया और वैज्ञानिकों को बेहद चिंता और परेशानी थी। जब यह ठंडा हो गया तो वैज्ञानिकों के एक दल ने अपनी परेशानी को दूर करने तथा घटना को शांत करने के लिए उस दिन दोपहर को छुट्टी मनाई। बेचारे चालक गण इस परेशानी का कारण कभी समझ न पाए।

जब इस पेचीदा परमाणु का विखंडन किया जाता है और उससे भयंकर शक्ति मुक्त होकर विस्फोट करती है, तब यह परमाणु बम की क्रिया होती है, और जब हायड्रोजन के दो साधारण परमाणुओं का संघटन (सेगलन) होता है तो उसके विस्फोट में हायड्रोजन बम की क्रिया होती है।

आपने वेल्डिंग करने वाले को (धातु के टुकड़ों को जोड़ने वाले को) एसिटिलीन टार्च के द्वारा दो धातु के टुकड़ों को जोड़ते हुए देखा होगा। आप जानते हैं कि इस टार्च द्वारा जो उष्णता पैदा होती है उससे धातु के टुकड़े एक दूसरे से चिपक जाते हैं। हायड्रोजन बम में जो संघटन होता है, वह भी कुछ इसी प्रकार का होता है। केवल अन्तर इतना है कि हायड्रोजन के परमाणुओं के संघटन में एक महाबलशाली शक्ति मुक्त होती है। हायड्रोजन परमाणुओं के संघटन के लिए बहुत अधिक उष्णता की आवश्यकता होती है और परमाणु बम के विकास के पहले इतनी उष्णता सूर्य में छोड़ कर और कहीं नहीं थी।

किन्तु परमाणु के विखडन के विस्फोट में जो उष्णता पैदा होती है उसे भारी हायड्रोजन के परमाणुओं में डाला जाय तो वह उनको संघटित कर है और फल स्वरूप इतना बड़ा विस्फोट होता है कि जो परमाणु बम से गुना अधिक होता है। इससे जो उष्णता पैदा होती है वह सूर्य की गर्मी बराबर पहुँचती है, अर्थात् कई लाख डिग्री।

जब सन् १९५२ में विकनी द्वीप (पैसिफिक) में पहले हायड्रोजन ब विस्फोट किया गया था तो पूरा का पूरा द्वीप जल गया था, मूंगे आदि और शेष बची थी केवल राख।

इन बमों का महत्व इसलिए नहीं है कि इनसे विश्व की सैन्य शक्ति भी अधिक विध्वंसक बन गई है। इनका महत्व इसलिए होना चाहिए कि कारण युद्ध का विचार ही समाप्त हो सकता है। परमाणु की विध्वंसक तो अब इतिहास की बात हो गई है। इससे जो एक भीषण भय की भावन गई है वह धीरे-धीरे हट जाएगी। जैसे-जैसे मानव जीवन को अधिक और समृद्धि पूर्ण बनाने में परमाणु का उपयोग होता जाएगा वैसे परमाणु का विध्वसक महत्व कम पड़ता जाएगा।

हम उस भविष्य की कल्पना कर रहे हैं जब कि परमाणु मनुष्य की मालकिन न होकर उसकी सेविका होगी। जूलसवर्न के शब्दों में, "मनुष्य यदि किसी चीज की कल्पना कर सकता है तो वह निर्माण भी कर सकता है।"

वर्न ने अपने प्रसिद्ध वैज्ञानिक उपन्यास, "समुद्र के साठ हजार मील में जिस प्रकार के सामुद्रिक यान की कल्पना की है उसके बहुत करीब धीम सबमेरिन (पनडुब्बी) 'नाटिलस' और 'सी वोल्फ' पहुँच गये हैं। अब केवल प्रयोग का विषय न रह जाएगा किन्तु शीघ्र ही यह उपयो वस्तु बन जाएगा।

हमारा परमाण्वीय भविष्य कैसा होगा?

जुलाई सन् १९४५ में न्यू मेक्सिको के रेगिस्तान में जब प्रथम बम का विस्फोट किया गया तो वह एक महा भयानक और आत्मा

ते वाला दृश्य था। किंतु परमाणु को जीवन के लिए उपयोगी बनाने के लिए जो प्लांट लगाए जा रहे हैं वे भी कुछ कम प्रभावकारी नहीं हैं।

परमाणु शक्ति आयोग (अमरीका) ने दक्षिण कैरोलिना में सवाना नदी के पास जो प्लांट लगाया है उसमें इतनी न्यूक्लियर मशीनें हैं कि जो अटलांटा से लगा कर न्यूयार्क तक मालगाड़ी भर देंगी। इस प्लांट के बनाने में जितनी कंक्रीट लगी है उससे १० फीट ऊँची और ६ फुट चौड़ी एक इतनी लम्बी दीवाल बन सकती है जो कि दक्षिण कैरोलिना के चार्लसटन नामक स्थान से कैलीफोर्निया के सैन डीगो तक पहुँचेगी। इसके निर्माण के पूर्व जो योजना सम्बन्धी नक्शे आदि बनाए गये थे उन्हें यदि एक के बाद दूसरे को फैला दिया जाय तो वे न्यूयार्क से लगा कर बर्लिन, जर्मनी तक पहुँचेंगे।

टेनेसी में ओकरिज प्लांट में इतनी विद्युत-शक्ति खर्च होती है जो कि सारे न्यूयार्क नगर में दिन भर में खर्च होने वाली तादाद से कुछ ज्यादा होती है।

हानफोर्ड, वाशिंगटन, का प्लुटोनियम प्लांट रियेक्टरों को ठंडा करने के लिए कोलम्बिया नदी का करीब सभी पानी ले लेता है।

सन् १९४० में परमाण्विक शक्ति के विषय में अनुसंधान करने के लिए ६,००० डालर सर्व प्रथम स्वीकृत किये गये थे। किन्तु आज परमाणु शक्ति अनुसंधान में १०० करोड़ डालर लग रहे हैं।

सिंथिटिक रबर की अपेक्षा रबर का प्लाट कैसे रबर के अच्छे परमाणु
[illegible]ा पाता है, रेडियो एक्टिव तरीकों से बीमारी का इलाज कैसे किया जा
[illegible]कता है, और कितनी परमाण्विक भट्टी बनाई जानी चाहिए कि जो हमारे
[illegible]टी को अधिक प्रकाश पहुँचा सकें।

बर्कले में कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय में, सन् १९३४ में, डा० अर्नेस्ट औ
[illegible]रेंस ने सायक्लोट्रोन मशीन बनाई, जो कि परमाणु को तोड़ने के लिए सर्वश्रेष्ठ
[illegible]रमाण्विक मशीन थी। इसमें सायक्लोट्रोन का वास्ता केवल कुछ हजार एले-
[illegible]ट्रोन वोल्ट से नही रहता बल्कि ६०० करोड़ एलेक्ट्रोन वोल्ट से रहता है।
[illegible]र्कले में वैज्ञानिक परमाणु के केन्द्र, न्यूक्लिअस का अध्ययन कर रहे हैं और
[illegible] यह जानने का प्रयत्न कर रहे हैं कि अभी इसके अन्दर और क्या-क्या रहस्य
[illegible]छपे हैं।

बर्कले से कुछ मीलों की दूरी पर डा० एडवर्ड टेलर—जो परमाणु बम
[illegible]ो सम्पन्न करने के लिए मुख्य रूप से जिम्मेदार थे—इस बात का प्रयत्न कर
[illegible]हे हैं कि सूर्य तथा नक्षत्रों में जो क्रियाएँ हो रही हैं, उनकी पुनरचना पृथ्वी
[illegible] कृत्रिम तरीकों से हो सके। यह सब वे इस विचार से कर रहे हैं कि उनकी
[illegible]ोज से आपका और हमारा लाभ होगा।

न्यूमेक्सिको के लॉस अलामोस नामक स्थान में, जहाँ कि प्रथम परमाणु
[illegible]म का परीक्षण हुआ था, डा० नोरिस ई. ब्रेडबरी के निर्देशन में परमाणु
[illegible]क्ति के सैन्योपयोग के सम्बन्ध में अनुसधान किए जा रहे हैं।

जार्जिया, अटलांटा के दक्षिण पूर्व में २० मील की दूरी पर स्थित आकेन,
[illegible]क्षिण केरोलिना में ३०० से अधिक वर्ग मील के क्षेत्र में असख्य भिन्न-भिन्न
[illegible]मारतें फैली हुई हैं, जिन में रियेक्टर लगे हैं जो कि मि-भार हायड्रोजन
[illegible]ौर प्लुटोनियम का निर्माण करते हैं। यह क्षेत्र कितना बड़ा है, इसका अदाज
[illegible]स से लग सकता है कि यह कोलम्बिया जिले का चार गुना है। यह विशाल
[illegible]संस्थापन परमाणु शक्ति आयोग के सावाना नदी—प्रतिष्ठान के अन्तर्गत
है।

संयुक्त राज्य की सरकार तो अपने परमाणु शक्ति आयोग के द्वारा इस कार्यक्रम में विशाल धन राशि खर्च कर रही है। किन्तु इसके सिवाय निजी कम्पनियाँ भी परमाणु शक्ति को अधिक उपयोगी बनाने के उद्देश्य से सैकड़ों करोड़ डालर खर्च कर रही हैं। न्यूक्लियर पावर प्लांट में हजारों टन यूरेनियम ...शिर्ष लग जाता है। इस विशाल कार्यक्रम में ४० हजार से भी अधिक ...र्मचारी लगे हुए हैं।

किन्तु जब हम परमाणु-युग में पहुँचेंगे तो हमारे दिन-प्रति-दिन के जीवन ...क्या परिवर्तन हो जाएंगे?

जब कुछ वर्षों बाद आप अपने घर में बिजली के प्रकाश के लिए स्विच ...बायेंगे तो इस की काफी आशा है कि वह विद्युत शक्ति परमाणु की शक्ति से ...होगी। आपके रसोई घर में रखा हुआ रेफरीजरेटर छोटा हो जाएगा और ...उसका उपयोग बर्फ बनाने में और भोजन ठण्डा करने के ही लिए होगा। पर-...माणु के रेडिएशन से बहुत-सा भोजनीय द्रव्य सुरक्षित रहेगा, इसलिए भोजन ...रखने के लिए सादी अलमारियाँ काफी होंगी जिन को धूल एलेक्ट्रोनिक से साफ ...की रहेगी। आप को महीने में एक बार बाजार जाने की आवश्यकता होगी ...और अलमारियों में सिर्फ भोजनीय द्रव्य रख देने होंगे। बस फिर महीनों वहीं ...मांस, आलू और फल रखे रहने दीजिए। उनकी ताजगी और स्वाद काफी ...समय तक वैसे ही रहेंगे।

मोटर गाड़ियों और हवाई जहाजों में न्यूक्लियर ईंधन का प्रयोग हो ...सकेगा या नहीं, यह इस पर निर्भर करता है कि कितनी जल्दी हल्का और ...सुरक्षित रेडिएशन—आवरण का विकास होता है। किन्तु तब भी, चूँकि न्यू-...क्लियर रिएक्टर अब काफी अधिक साद-साथ बनाए जा रहे हैं, इसलिए यह ...आशा की जा सकती है कि जल्दी ही अन्तर्महाद्वीपीय तथा देश के एक भाग से ...दूसरे भाग को जाने के लिए कुछ परमाणु की शक्ति से चालित हवाई जहाज ...बन जाएंगे।

'बीसवीं सदी' (ट्वेन्टियथ सेंचुरी) और 'महासमुद्र' (सुपर ...) स...

रेलगाडियाँ परमाणु-शक्ति द्वारा चालित होंगी और अब कोई ऐसा जहाज नहीं बनाया जाएगा, जो न्यूक्लिअर पावर से न चलेगा।

यह भी सम्भव है कि आप के घर में तेल से जलने वाला बर्नर अब एक नए तरीके से जलेगा, इसे उष्णता-नल (हीट पम्प) कहेंगे और यह या तो परमाणु की शक्ति से चलाने वाले विद्युत प्लांट की बिजली से चलेगा या फिर एक टंकी में रखे हुए उष्णता के उद्‌गम से चलेगा। टंकी में न्यूक्लिअर रिएक्टर का कोई रेडियो एक्टिव अवशिष्ट द्रव्य थोडी मात्रा में रख दिया जाएगा। यह उष्णता देने के लिए पर्याप्त होगा।

आप अपनी घडी को किसी परमाण्वीय घडी से मिलाएँगे जो इतनी सही होगी कि वह ३०० साल में एक सेकेंड पीछे होगी। नक्षत्रों की गति से समय निश्चित करने का जो वर्तमान तरीका है, वह इस घड़ी के कारण आवश्यक नहीं रहेगा।

विश्व के पूर्णतः असम्बन्धित स्थानों तथा रेगिस्तानों में, न्यूक्लिअर रिएक्टर द्वारा दी गई शक्ति के फलस्वरूप छुट्टी काटने तथा आमोद-प्रमोद के लिए नये सुन्दर स्थान बन जाएगे।

बागवानी तथा खेती करने वाले ऐसे पौधो को खरीदेंगे जिन पर रेडिएशन का असर हो चुका है। ये आधे समय में ही उग आएंगे और परमाणु की खाद पाने से वे बहुत अधिक बढ़ेंगे। इस प्रकार उपज अधिक बढेगी और फसल जल्दी पक जाया करेगी।

यहां तक कि परमाणु शक्ति के कारण आइसक्रीम भी ज्यादा अच्छी हो सकेगी। जब किसी कारखाने में निर्माता यदि यह जान जाता है कि मोटरकार बनाते समय या बिजली का पंखा बनाने के समय क्या क्रिया होती है तो वह .. अच्छी मोटर कार या पंखा बना सकता है। इसी प्रकार रेडियो एक्टिव ... के द्वारा आइसक्रीम का निर्माता भी अच्छी आइसक्रीम बना सकता है। ... में आप किसी भी ऐसी उत्पादित वस्तु का नाम नही ले सकते जिसे

गैरेसन या रेडियो एक्टिव द्रव्यों की सहायता से अधिक अच्छा नहीं बनाया जा सकता।

यह हम पहले देख चुके हैं कि रेडियो एक्टिव ट्रेसर की सहायता से डाक्टर यह पता लगा सकता है कि आपके शरीर के अंदर क्या हो रहा है और इस प्रकार किसी बीमारी का पता अधिक आसानी से लग सकता है और उसका इलाज कर सकता है। आपके शरीर के मांस, हड्डियों और रक्त पर रेडिएशन प्रभाव से आपकी कई बीमारियां नष्ट हो जाती हैं या उनका नियंत्रण हो जाता है। प्राय हर बीमारी में रक्त का भ्रमण दूषित हो जाता है। इसलिए रक्त के द्वारा इसके कारण और चिकित्सा का निश्चय आसानी से किया जा सकता है।

परमाणु शक्ति द्वारा वैज्ञानिक कास्मिक किरणों और शून्य का अध्ययन कर रहे हैं तथा तत् संबंधित क्रियाओं को जान रहे हैं। इससे यह निश्चय हो सकेगा कि क्या मनुष्य शून्य में (पृथ्वी के मंडल से बाहर) जीवित रह सकता है और शून्य-उडान से सबंधित कई शरीर-चिकित्सा सम्बन्धी प्रश्न हल हो सकेंगे क्योंकि अब यही मालूम करना शेष रह गया है कि मनुष्य शून्य में किस सीमा तक रह सकता है। परमाणु-शक्ति से चलने वाले वायुयानों में भारी वजन वाले ईंधन की जरूरत तो है ही नहीं इसलिए यह शीघ्र ही बाहरी शून्य में पहुँच जाएगा और मनुष्य कृत सैटेलाइट (उपग्रह) पृथ्वी के आस-पास घूमने लगेंगे। इस के बाद परमाणु शक्ति से चलने वाला राकेट चन्द्रलोक पहुँच जाएगा।

सन् १९५४ में रोम में परमाणु सम्बन्धी सम्मेलन को संदेश भेजते हुए राष्ट्रपति ड्वाइट डी० आइजेन हावर ने कहा था :

"हमने अभी हाल में ही २० वीं सदी का मध्यबिंदु पार किया है। तब मैं पूर्ण आश्वस्त हूँ कि पिछले कुछ वर्षों में जो अनुसंधान हुए हैं और फलस्वरूप मानव के लिए परमाणु शक्ति के सीमाहीन उपयोग के द्वार खुले हैं, उनको इतिहास इस समूची शताब्दी—बल्कि २० शताब्दियों का—सबसे महत्वपूर्ण वैज्ञानिक उपलब्धि मानेगा।

इस पृथ्वी पर आज तक अगणित पीढ़ियाँ रह चुकी हैं किन्तु नियति ने यह
म हमें सौंपा है—हम जो अब रह रहे हैं, उन्हें—कि हम परमाणु शक्ति के
पयोग का निश्चय करें, जो कि मानव के भविष्य का बहुत हद निश्च
रेगा। मनुष्य की बुद्धिमत्ता और ज्ञान की इतनी बड़ी परीक्षा पहले कभ
ही हुई है। हो सकता है कि मनुष्य को अपने जीवन को सुधारने का इत
ड़ा अवसर फिर कभी न मिले और हो सकता है कि अपने स्वयं के भाग्य
ति इतनी कठिन जिम्मेदारी फिर दुबारा कभी न मिले।"

(न्यूयार्क टाइम्स)